

**Insulator untuk saluran udara dengan tegangan nominal di atas 1000 V – Bagian 1: Unit insulator keramik atau gelas untuk sistem arus bolak-balik (a.b.) – Definisi, metode uji dan kriteria penerimaan**





## Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata .....	ii
<b>Seksi 1: Umum</b>	
1 Ruang lingkup dan tujuan .....	1
2 Acuan normatif.....	2
3 Istilah dan definisi .....	3
<b>Seksi 2: Insulator</b>	
4 Klasifikasi, jenis insulator dan bahan insulasi.....	5
5 Identifikasi insulator .....	6
<b>Seksi 3: Klasifikasi pengujian, persyaratan dan prosedur pengambilan sampel</b>	
6 Klasifikasi pengujian .....	7
7 Jaminan mutu .....	8
8 Prosedur, uji jenis dan uji sampel .....	8
<b>Seksi 4: prosedur uji untuk uji listrik</b>	
9 Persyaratan umum untuk uji tegangan tinggi .....	9
10 Kondisi atmosfer standar dan faktor koreksi untuk uji listrik .....	10
11 Parameter hujan tiruan untuk uji basah .....	10
12 Susunan pemasangan untuk uji listrik .....	10
13 Uji tegangan impuls petir (uji jenis).....	10
14 Uji tegangan frekuensi daya basah (uji jenis) .....	11
15 Uji ketahanan dadal (uji sampel hanya untuk insulator kelas B) .....	12
16 Uji listrik rutin (hanya untuk insulator kelas B dari berbahan keramik atau gelas dianil) .....	12
<b>Seksi 5: Prosedur uji untuk uji mekanis dan pengujian lain</b>	
17 Verifikasi dimensi (uji jenis dan uji sampel) .....	13
18 Uji beban gagal elektromekanis (uji jenis dan uji sampel) .....	14
19 Uji beban gagal mekanis (uji jenis dan uji sampel).....	14
20 Uji kinerja termal mekanis (uji jenis) .....	16
21 Verifikasi dari simpangan aksial, radial dan sudut (uji sampel) .....	17
22 Verifikasi sistem pengunci (uji sampel).....	18
23 Uji siklus suhu uji sampel) .....	20
24 Uji kejutan termal (uji sampel) .....	22
25 Uji keporian (uji sampel) .....	22
26 Uji galvanis (uji sampel).....	22
27 Inspeksi visual rutin .....	24
28 Uji mekanis rutin .....	25
<b>Seksi 6: Insulator pin</b>	
29 Susunan pemasangan untuk pengujian dari insulator pin .....	27
<b>Seksi 7: Insulator tonggak saluran</b>	
30 Koefisien untuk analisis statistik hasil uji pada insulator tonggak saluran .....	29
31 Susunan pemasangan untuk pengujian pada insulator tonggak saluran .....	30
<b>Seksi 8: Unit insulator renteng</b>	
32 Petunjuk mengenai uji jenis pada insulator renteng .....	32
33 Koefisien untuk analisis statistik hasil uji pada insulator renteng .....	33
34 Susunan pemasangan untuk uji listrik pada unit insulator renteng.....	35
<b>Seksi 9: Insulator untuk saluran udara traksi listrik</b>	
35 Susunan pemasangan untuk uji listrik pada insulator saluran udara traksi listrik.....	36
Lampiran A .....	39
Lampiran B .....	41
Lampiran C .....	47



## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai "Insulator untuk saluran udara dengan tegangan nominal di atas 1000 V – Bagian 1: Unit isolator keramik atau gelas untuk sistem arus bolak-balik (a.b.) – Definisi, metode uji dan kriteria penerimaan", diadopsi dari standar *International Electrotechnical Commission* (IEC) 60383-1 (1993-04) dengan judul "*Insulator for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V – Part 1: Ceramic or glass insulator units for a.c. systems – Definitions, test methods and acceptance criteria*".

Standar ini dirumuskan oleh Panitia Teknis Isolator (PTIS) dan telah melalui proses/prosedur perumusan standar dan terakhir dibahas dalam Forum Konsensus XXII pada tanggal 11 sampai dengan 13 Nopember 2003 untuk mencapai mufakat.





**Insulator untuk saluran udara dengan tegangan nominal di atas 1000 V –  
Bagian 1: Unit insulator keramik atau gelas untuk sistem arus bolak-balik (a.b.)  
– Definisi, metode uji dan kriteria penerimaan**

## **Seksi 1: Umum**

### **1 Ruang lingkup dan tujuan**

Standar ini berlaku untuk insulator berbahan keramik atau gelas yang digunakan pada saluran udara a.b. dan saluran udara traksi dengan tegangan nominal lebih tinggi dari 1000 V dan frekuensi tidak lebih dari 100 Hz.

Standar ini juga berlaku untuk insulator yang digunakan pada saluran udara arus searah (a.s.) untuk traksi listrik.

Standar ini berlaku untuk unit insulator renteng, insulator kaku saluran udara dan insulator dengan desain serupa yang digunakan pada gardu induk.

Standar ini tidak berlaku untuk insulator yang merupakan bagian apparatus listrik atau bagian dari konstruksinya atau insulator tonggak yang dicakup oleh SNI 04-6914-2002, "Pengujian insulator tonggak pasangan dalam dan pasangan luar berbahan keramik atau gelas untuk sistem dengan tegangan nominal lebih besar dari 1000 V".

Standar ini dapat dianggap sebagai standar sementara untuk insulator yang digunakan pada saluran udara a.s.. Pedoman umum untuk insulator tersebut diberikan dalam SNI 04-6541-2001, "Pengujian dan dimensi untuk isolator arus searah tegangan tinggi".

**CATATAN** Standar yang berkaitan dengan pengujian insulator untuk saluran udara a.s. sedang dipersiapkan dan dimaksudkan untuk menggantikan pasal yang relevan dari SNI 04-6541.

Pengujian pada rentengan insulator dan set insulator (misalnya tegangan impuls switsing basah) tercakup dalam Bagian 2 dari SNI ini.

**CATATAN 1** Standar ini tidak mencakup uji polusi buatan, uji interferens radio atau uji kuat sisa. Hal tersebut dan metode uji yang relevan tercakup dalam publikasi SNI/IEC sebagai berikut:

SNI 04-3856-1995, Uji cemar buatan untuk isolator tegangan tinggi yang akan dipakai pada sistem tegangan a.b.b.;

SNI 04-3868-2001, Uji interferensi radio pada insulator tegangan tinggi;

IEC 60797: *Residual strength of string insulator units of glass or ceramic material for overhead lines after mechanical damage of the dielectric.*

**CATATAN 2** Istilah "bahan keramik" yang digunakan pada standar ini mengacu pada bahan poselen dan berbeda dengan istilah yang berlaku di Amerika Utara tidak termasuk gelas.

Tujuan standar ini adalah:

- untuk mendefinisikan istilah yang digunakan;
- untuk mendefinisikan karakteristik insulator dan menjelaskan kondisi saat nilai yang ditentukan dari karakteristik tersebut harus diverifikasi;
- untuk menjelaskan metode uji;
- untuk kriteria penerimaan.

Standar ini tidak mencakup persyaratan berkaitan dengan pemilihan insulator untuk kondisi operasi spesifik.



CATATAN Pedoman untuk pemilihan insulator pada kondisi terpolusi telah dipublikasikan, lihat IEC 60815.

Nilai numerik karakteristik insulator ditentukan pada IEC 60305, IEC 60433 dan IEC 60720.

## 2 Acuan normatif

Dokumen normatif berikut berisi ketentuan yang melalui acuan dalam teks tersebut merupakan ketentuan standar ini. Pada saat penerbitan, edisi yang ditunjuk masih berlaku. Seluruh dokumen normatif mungkin akan direvisi dan pihak-pihak yang mengadakan kesepakatan berdasarkan standar ini, dianjurkan untuk memeriksa kemungkinan penerapan edisi terbaru dari dokumen normatif yang tertera di bawah ini. Anggota IEC dan ISO memelihara register tentang Standar Internasional yang berlaku.

SNI 04-6531-2001, Isolator berbahan keramik atau gelas untuk saluran udara dengan tegangan nominal di atas 1000 V – Uji tembus.

SNI 04-6627-2001, Insulator untuk saluran udara dengan tegangan nominal di atas 1000 V – Insulator keramik untuk arus bolak-balik (a.b.) – Karakteristik unit insulator jenis batang panjang

IEC 60050-471: 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 471: Insulators*

IEC 60060-1: 1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60120: 1984, *Dimensions of ball and socket couplings of string insulator units*

IEC 60305: 1978, *Characteristics of string insulator units of the cap and pin type*

IEC 60372: 1984, *Locking devices for ball and socket couplings of string insulator units: Dimensions and tests*

IEC 60471: 1977, *Dimensions of clevis and tongue couplings of string insulator units*

IEC 60720: 1981, *Characteristics of line post insulators*

ISO 1459: 1973, *Metallic coatings – Protection against corrosion by hot dip galvanizing – Guiding principles*

ISO 1460: 1973, *Metallic coatings – Hot dip galvanized coatings on ferrous metals – Determination of the mass per unit area – Gravimetric method*

ISO 1461: 1973, *Metallic coatings – Hot dip galvanized coatings on fabricated ferrous products – Requirements*

ISO 1463: 1982, *Metal and oxide coatings – Measurement of coating thickness – Microscopical method*

ISO 2064: 1980, *Metallic and other non-organic coatings – Definitions and conventions concerning the measurement of thickness*



ISO 2178: 1982, *Non-magnetic coatings on magnetic substrates – Measurement of coating thickness – Magnetic method*

### 3 Istilah dan definisi

Untuk keperluan standar ini berlaku definisi berikut:

Istilah “insulator” yang digunakan pada standar ini mengacu pada benda yang sedang diuji.

Definisi yang diberikan di bawah ini, tidak tercantum pada IEC 60050-471 atau berbeda dengan yang diberikan dalam IEC 60050-471.

#### 3.1

##### **rentengan insulator**

satu atau lebih unit insulator renteng yang direnteng dan dimaksudkan untuk memberikan penyangga yang fleksibel pada konduktor saluran udara dan yang terutama terkena stres tarikan

#### 3.2

##### **insulator pin**

sebuah insulator kaku yang terdiri dari komponen insulasi yang dimaksudkan untuk dipasang secara kokoh pada struktur penyangga dengan sarana sebuah pin yang menembus sisi dalam insulator. Komponen insulasinya dapat terdiri dari satu lapis atau lebih bahan insulasi yang secara permanen terhubung satu sama lain. Pemagunan (pemasangan tetap) komponen insulasi ke pin dapat dipisahkan atau permanen (insulator pin dengan pin terpadu)

Kecuali dinyatakan lain, istilah “Insulator pin” tidak mencakup pin, bila dapat dipisahkan.

**CATATAN** Pin dapat mempunyai dua bentuk dasar. Bentuk pertama adalah komponen insulasi dimagun pada ujung pin dan tidak boleh terjadi kontak antara komponen insulasi dengan struktur penyangga. Bentuk yang lain, komponen insulasi dimagun dengan sarana pin yang kontak dengan struktur penyangga, baik secara langsung atau dengan suatu pelat diantaranya, pelat tersebut dapat merupakan ring yang terpisah atau bagian dari pin (kadang-kadang disebut sebagai insulator tonggak pin).

#### 3.3

##### **insulator tonggak saluran**

sebuah insulator kaku yang terdiri dari satu lapis atau lebih bahan insulasi yang dirakit secara permanen dengan alas logam dan kadang-kadang dengan tudung (kap), dengan alas logam tersebut dipasang secara kokoh pada struktur penyangga dengan sarana batang logam atau baut (satu baut atau lebih)

#### 3.4

##### **insulator traksi**

sebuah insulator atau set insulator yang dimaksudkan untuk menyangga saluran udara traksi listrik secara fleksibel atau kokoh. Semua jenis insulator saluran udara dapat dipakai untuk keperluan ini



### 3.5

#### **lot**

sekelompok insulator yang diajukan untuk penerimaan dari pabrik yang sama, dengan desain yang sama dan dibuat dalam kondisi produksi yang diperkirakan serupa. Satu lot atau lebih dapat diajukan bersama-sama untuk penerimaan; lot yang diajukan dapat terdiri dari seluruh atau sebagian jumlah yang dipesan

### 3.6

#### **lewat denyar**

suatu luasan merusak di luar insulator, yang menghubungkan bagian-bagian yang secara normal mempunyai tegangan operasi di antaranya

CATATAN Istilah "lewat denyar" yang digunakan pada standar ini mencakup suatu lewat denyar melalui permukaan insulator sebagaimana luasan merusak oleh loncat listrik melalui udara di dekat insulator.

### 3.7

#### **tegangan ketahanan impuls petir kering**

tegangan impuls petir yang dapat ditahan oleh insulator dalam keadaan kering, pada kondisi uji yang ditentukan

### 3.8

#### **tegangan lewat denyar impuls petir kering 50%**

nilai tegangan impuls petir yang pada kondisi uji yang ditentukan mempunyai probabilitas 50 % untuk menghasilkan lewat denyar pada insulator dalam keadaan kering. Dilambangkan dengan  $U_{50}$

### 3.9

#### **tegangan ketahanan frekuensi daya basah**

tegangan frekuensi daya yang dapat ditahan oleh insulator dalam keadaan basah, pada kondisi uji yang ditentukan

### 3.10

#### **beban gagal elektromekanis**

beban maksimum yang dicapai bila sebuah unit insulator renteng diuji pada kondisi uji yang ditentukan

### 3.11

#### **beban gagal mekanis**

beban maksimum yang dicapai bila sebuah unit insulator renteng atau sebuah insulator kaku diuji pada kondisi uji yang ditentukan

### 3.12

#### **tegangan dadal**

tegangan yang menyebabkan dadalnya sebuah unit insulator renteng atau sebuah insulator kaku pada kondisi uji yang ditentukan

### 3.13

#### **jarak rambat**

jarak terpendek atau jumlah jarak terpendek sepanjang bagian insulasi keramik atau gelas pada insulator, yang di antara bagian tersebut secara normal mempunyai tegangan operasi

CATATAN Permukaan semen atau bahan penyambung noninsulasi lainnya tidak dianggap sebagai bagian pembentuk jarak rambat. Jika lapisan dengan resistansi tinggi diterapkan pada bagian-bagian dari bagian insulasi suatu insulator, bagian-bagian tersebut dianggap sebagai permukaan insulasi efektif dan jarak di atasnya termasuk jarak rambat.



**3.14****simpangan**

simpangan aksial atau radial:

variasi posisi maksimum dari suatu titik tertentu dari insulator yang dipertimbangkan selama satu putaran lengkap mengelilingi sumbu insulator;

simpangan sudut:

deviasi sudut di sekeliling sumbu insulator antara bidang yang berhubungan dari dua lempeng pengopel (kopling).

**3.15****rentengan standar pendek**

sebuah rentengan standar pendek digunakan untuk memverifikasi karakteristik suatu unit yang signifikan hanya untuk sebuah rentengan insulator terdiri dari:

Untuk unit kap dan pin:

Sebuah rentengan insulator paling sedikit 5 unit insulator dan panjangnya tidak lebih dari 1,5 meter.

Untuk unit insulator batang panjang:

Sebuah rentengan insulator dengan panjang antara 1 m dan 2 m untuk unit insulator batang panjang yang dimaksudkan untuk dirakit dalam sebuah rentengan, Untuk unit insulator batang panjang dengan panjang kurang dari 1 m yang dimaksudkan untuk digunakan secara tunggal seperti sebuah rentengan, unit tersebut dianggap sebagai sebuah rentengan standar pendek.

**3.16****karakteristik yang ditentukan**

karakteristik yang ditentukan adalah:

- nilai numerik suatu tegangan atau suatu beban mekanis atau setiap karakteristik lainnya yang ditentukan dalam standar SNI/IEC;
- atau nilai numerik setiap karakteristik yang disepakati antara pembeli dan pabrikan.

Tegangan ketahanan dan tegangan lewat denyar yang ditentukan mengacu pada kondisi atmosfer standar (lihat Ayat 10)

**Seksi 2: Insulator****4 Klasifikasi, jenis insulator dan bahan insulasi****4.1 Kelas insulator**

Menurut desainnya insulator renteng saluran udara dibagi menjadi 2 kelas yaitu:

**Kelas A:** Insulator atau unit insulator yang panjang lintasan dadal terpendeknya yang menembus bahan insulasi padatnya paling sedikit sama dengan separuh jarak busur listriknya. Contoh insulator kelas A adalah insulator batang panjang dengan fitting eksternal.



**Kelas B:** Insulator atau unit insulator yang panjang lintasan dadal terpendeknya yang menembus bahan insulasi padatnya lebih pendek dari separuh jarak busur listriknya. Contoh insulator kelas B adalah insulator kap dan pin.

## 4.2 Jenis insulator

Untuk keperluan standar ini, insulator saluran udara dibagi menjadi empat jenis sebagai berikut:

- insulator pin
- insulator tonggak saluran
- unit insulator renteng dibagi menjadi dua sub jenis:
  - Insulator kap dan pin
  - Insulator batang panjang
- insulator untuk saluran udara traksi listrik

**CATATAN** Insulator untuk saluran udara traksi biasanya berupa salah satu dari tiga jenis insulator di atas, dengan atau tanpa penyesuaian khusus dari fitting logam, yang didesain untuk saluran udara traksi listrik.

## 4.3 Bahan insulasi

Bahan insulasi insulator saluran udara yang dicakup oleh standar ini adalah:

- bahan keramik, porselen;
- gelas dianil, yaitu menjadi gelas setelah stres mekanis dikendorkan dengan proses panas;
- gelas diperkeras, yaitu menjadi gelas setelah stres mekanis terkendali dihasilkan dengan proses panas.

**CATATAN 1** Sebagai informasi lebih lanjut untuk definisi dan klasifikasi dari bahan insulasi keramik dan gelas dapat diperoleh pada IEC 60672-1 dan IEC 60672-3.

**CATATAN 2** Istilah “bahan keramik” yang digunakan pada standar ini mengacu pada bahan porselen, dan berbeda dengan istilah yang berlaku di Amerika Utara tidak termasuk bahan gelas.

## 5 Identifikasi insulator

Setiap insulator harus ditandai pada komponen insulasi maupun pada bagian logamnya, dengan nama atau merek dagang pabrikan dan tahun pembuatannya. Sebagai tambahan masing-masing unit insulator renteng harus ditandai dengan beban gagal mekanis atau elektromekanis yang ditentukan, yang mana yang dapat diterapkan. Tanda ini harus mudah terbaca dan tidak mudah terhapus.

Kode penandaan yang disebutkan dalam IEC 60305, IEC 60433 dan IEC 60720 boleh digunakan.



### Seksi 3: Klasifikasi pengujian, persyaratan dan prosedur pengambilan sampel

#### 6 Klasifikasi pengujian

Pengujian dibagi atas tiga kelompok sebagai berikut:

##### 6.1 Uji jenis

Uji jenis dimaksudkan untuk memverifikasi karakteristik utama insulator yang terutama tergantung pada desainnya. Uji jenis biasanya dilakukan pada sejumlah kecil insulator dan hanya sekali untuk suatu desain baru atau proses pembuatan baru insulator dan kemudian sesudah itu diulang hanya bila desain atau proses pembuatannya berubah. Jika perubahannya hanya berpengaruh pada karakteristik tertentu, maka hanya pengujian yang relevan dengan karakteristik tersebut yang perlu diulang. Selanjutnya, tidak perlu untuk melakukan uji jenis listrik, mekanis dan termal mekanis pada desain baru insulator jika sertifikat uji yang sah masih berlaku pada insulator dengan desain setara dan proses pembuatan yang sama. Arti desain setara diberikan pada Ayat yang relevan bila dapat diterapkan. Hasil uji jenis dinyatakan dengan sertifikat uji yang diterima oleh pembeli maupun sertifikat uji yang disahkan oleh lembaga sertifikasi produk yang terakreditasi.

Untuk pengujian mekanis, sertifikat berlaku untuk 10 tahun dari tanggal diterbitkannya.

Tidak ada batas waktu berlakunya sertifikat uji jenis listrik.

Sehubungan dengan batas waktu di atas, sertifikat uji jenis tetap berlaku selama tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil uji jenis dengan uji sampel bersangkutan yang dilakukan setelah itu. Metode untuk membandingkan antara hasil uji jenis dan uji sampel diberikan pada Lampiran A.

Uji jenis harus dilakukan hanya pada insulator dari suatu lot yang memenuhi persyaratan semua uji sampel dan uji rutin yang relevan yang tidak termasuk di dalam uji jenis.

##### 6.2 Uji sampel

Uji sampel dilakukan untuk memverifikasi karakteristik insulator yang dapat bervariasi pada proses pembuatan dan mutu bahan komponen insulator. Uji sampel dipakai sebagai uji penerimaan dari sampel insulator yang diambil secara acak dari suatu lot yang telah memenuhi persyaratan uji rutin yang relevan.

**CATATAN** Koefisien penerimaan dan ukuran sampel yang digunakan pada standar ini untuk evaluasi statistik hasil uji dengan variabel telah dipilih untuk mewakili sedekat mungkin kurva karakteristik operasi dengan metode secara atribut yang digunakan pada standar sebelumnya untuk ukuran lot yang lazim. Untuk ukuran lot yang lain, kurva karakteristik operasinya akan berbeda. Informasi lebih lanjut mengenai evaluasi statistik hasil uji dan cara penghitungan kurva karakteristik operasi dapat diperoleh dalam standar ISO 2859–1974, /1-1989, /2-1985: *Sampling procedures and tables for inspection by attributes* dan ISO 3951–1981: *Sampling procedures and charts for inspection by variables for percent defective*. Standar IEC 60591 menyajikan metode untuk evaluasi statistik hasil uji pada unit insulator.

##### 6.3 Uji rutin

Uji rutin dimaksudkan untuk menyisihkan unit yang cacat dan dilakukan selama proses pembuatan. Uji rutin dilaksanakan pada setiap insulator.

**CATATAN 1** Jika pada kasus tertentu, uji jenis, uji sampel dan uji rutin dilakukan secara menyeluruh pada desain baru insulator, maka pengujian tersebut disebut “uji prototipe”.



**CATATAN 2** Hanya uji rutin yang dapat diterapkan pada insulator lengkap yang dipertimbangkan standar ini. Pilihan untuk melaksanakan uji rutin pada insulator yang belum dirakit diserahkan pada pabrikan karena mereka sering melaksanakannya selama proses pembuatan.

## 7 Jaminan mutu

Program jaminan mutu dengan memperhitungkan persyaratan standar ini dapat digunakan setelah ada kesepakatan antara pembeli dan pabrikan untuk memverifikasi mutu insulator selama proses pembuatan.

**CATATAN** Informasi rinci mengenai penggunaan jaminan mutu dijelaskan dalam SNI berikut:

SNI 19-9000-2001, Sistem manajemen mutu – Dasar-dasar dan kosakata

SNI 19-9001-2001, Sistem manajemen mutu – Persyaratan

SNI 19-9004-2002, Sistem manajemen mutu – Pedoman untuk peningkatan kinerja

## 8 Prosedur uji jenis dan uji sampel

### 8.1 Pemilihan insulator untuk uji jenis

Jumlah insulator yang akan diuji untuk masing-masing pengujian seperti ditunjukkan dalam tabel referensi silang pada Seksi yang relevan (6, 7, 8 atau 9), harus diambil dari lot insulator yang memenuhi persyaratan seluruh uji sampel dan uji rutin yang relevan.

**CATATAN** Pemilihan ini biasanya dilakukan oleh pabrikan.

### 8.2 Persyaratan dan prosedur pengambilan sampel untuk uji sampel

Untuk uji sampel, digunakan dua sampel yaitu E1 dan E2. Ukuran sampel tersebut ditunjukkan dalam tabel di bawah. Jika jumlahnya lebih dari 10.000 buah insulator, insulator tersebut harus dibagi menjadi sejumlah lot yang sama dengan jumlah optimum terdiri antara 2000 dan 10.000 insulator. Hasil uji harus dievaluasi secara terpisah untuk masing-masing lot.

Ukuran lot (N)	Ukuran sampel	
	E1	E2
$N \leq 300$	Berdasarkan kesepakatan	
$300 < N \leq 2000$	4	3
$2000 < N \leq 5000$	8	4
$5000 < N \leq 10.000$	12	6

Insulator harus dipilih secara acak dari lot. Pembeli mempunyai hak untuk melakukan pemilihan.

Sampel harus dikenai uji sampel yang dapat diterapkan seperti diperlihatkan dalam tabel referensi silang yang diberikan pada Seksi yang relevan (6, 7, 8 atau 9). Dalam kasus kegagalan sampel untuk memenuhi suatu pengujian, prosedur uji ulang yang relevan (lihat 8.3) harus diterapkan.

Insulator yang telah digunakan untuk uji sampel yang dapat mempengaruhi karakteristik mekanis dan/atau listriknya tidak boleh digunakan dalam pelayanan.



### 8.3 Prosedur uji ulang untuk uji sampel

Bila ditentukan dalam kriteria penerimaan, prosedur uji ulang berikut berlaku untuk uji sampel.

Jika hanya satu insulator atau bagian logam gagal memenuhi uji sampel, maka sampel baru sebanyak dua kali jumlah aslinya diserahkan untuk diuji ulang. Uji ulang harus meliputi pengujian yang kegagalannya terjadi, didahului dengan pengujian yang dapat dianggap telah mempengaruhi hasil uji aslinya.

Jika ada dua atau lebih insulator atau bagian logam gagal memenuhi salah satu uji sampel, atau jika terjadi suatu kegagalan selama uji ulang, maka seluruh lot dianggap tidak memenuhi standar ini dan harus ditarik oleh pabrikan.

Asalkan penyebab kegagalan dapat diidentifikasi dengan jelas, pabrikan boleh memilah untuk menyisahkan semua insulator yang cacat. (Dalam kasus lot telah dibagi menjadi lot yang lebih kecil dan bila salah satu lot yang lebih kecil tersebut tidak memenuhi persyaratan, penelitian boleh dilanjutkan pada lot yang lain). Lot atau bagian yang telah dipilah tersebut kemudian boleh diajukan kembali untuk diuji. Jumlah yang dipilih harus tiga kali jumlah yang dipilih pertama kali untuk pengujian. Uji ulang harus meliputi pengujian yang kegagalannya terjadi, didahului dengan pengujian yang dapat dianggap telah mempengaruhi hasil uji aslinya. Jika salah satu insulator gagal selama uji ulang ini, seluruh lot dianggap tidak memenuhi standar ini.

### Seksi 4: Prosedur uji untuk uji listrik

Seksi ini menyajikan prosedur dan persyaratan uji untuk uji listrik berbagai jenis insulator yang berbeda yang masih tercakup dalam ruang lingkup standar ini. Daftar pengujian, susunan pemasangan dan konstanta penerimaan diberikan pada Seksi 6 sampai dengan 9 untuk masing-masing jenis insulator.

## 9 Persyaratan umum untuk uji tegangan tinggi

- (a) Prosedur uji tegangan impuls petir dan tegangan frekuensi daya harus sesuai dengan IEC 60060-1.
- (b) Tegangan impuls petir dinyatakan dengan nilai puncak prospektifnya dan tegangan frekuensi daya dinyatakan dengan nilai puncak dibagi  $\sqrt{2}$ .
- (c) Bila kondisi atmosfer alami pada saat pengujian berbeda dengan nilai standar (10.1), diperlukan untuk menerapkan faktor koreksi yang sesuai dengan 10.2.
- (d) Insulator harus bersih dan kering sebelum memulai uji tegangan tinggi.
- (e) Tindakan pencegahan khusus harus dilakukan untuk menghindari kondensasi pada permukaan insulator, terutama bila kelembaban relatifnya tinggi. Misalnya insulator harus dipertahankan pada suhu sekitar lokasi pengujian untuk waktu yang cukup sampai keseimbangan termal tercapai sebelum pengujian dimulai.

Kecuali dengan kesepakatan antara pembeli dan pabrikan, uji kering tidak boleh dilakukan apabila kelembaban relatif melebihi 85 %.

- (f) Interval waktu antara penerapan tegangan yang berurutan harus cukup untuk meminimalkan efek penerapan tegangan sebelumnya pada uji lewat denyar atau uji ketahanan.



## 10 Kondisi atmosfer standar dan faktor koreksi untuk uji listrik

### 10.1 Atmosfer acuan standar

Kondisi atmosfer acuan standar harus sesuai dengan IEC 60060-1

### 10.2 Faktor koreksi untuk kondisi atmosfer

Faktor koreksi harus ditentukan sesuai dengan IEC 60060-1. Bila kondisi atmosfer pada saat pengujian berbeda dengan atmosfer acuan standar, maka faktor koreksi untuk kerapatan udara ( $k_1$ ) dan kelembaban ( $k_2$ ), harus dihitung dan hasil  $K = k_1 \times k_2$  ditentukan. Tegangan uji kemudian harus dikoreksi sebagai berikut:

Tegangan ketahanan (impuls petir dan frekuensi daya):

Tegangan uji yang diterapkan =  $K \times$  tegangan ketahanan yang ditentukan

Tegangan lewat denyar (impuls petir dan frekuensi daya):

$$\text{Tegangan lewat denyar yang dicatat} = \frac{\text{Tegangan lewat denyar yang diukur}}{K}$$

CATATAN Untuk uji tegangan frekuensi daya basah, tidak diterapkan koreksi kelembaban jadi  $k_2 = 1$  dan  $K = k_1$ .

## 11 Parameter hujan tiruan untuk uji basah

Prosedur uji basah standar yang dijelaskan pada IEC 60060-1 harus digunakan. Hujan tiruan harus sesuai dengan persyaratan dari IEC 60060-1.

CATATAN Jika pengujian dilakukan pada insulator dalam posisi horizontal atau miring, maka kesepakatan harus dicapai antara pembeli dan pabrikan mengenai arah jatuhnya hujan.

## 12 Susunan pemasangan untuk uji listrik

Susunan pemasangan khusus ditentukan dalam Seksi yang relevan dengan jenis insulator yang akan diuji

## 13 Uji tegangan impuls petir (uji jenis)

Prosedur normal untuk menentukan tegangan ketahanan impuls petir kering pada insulator tunggal dan insulator rentengan standar pendek harus dilakukan dengan perhitungan dari 50 % tingkat tegangan lewat denyar, yang ditentukan dengan metode naik dan turun yang dijelaskan dalam IEC 60060-1.

CATATAN Dengan kesepakatan antara pembeli dan pabrikan, tegangan ketahanan dapat diverifikasi dengan metode pemberian 15 impuls yang dijelaskan dalam IEC 60060-1.



### 13.1 Presedur uji

Harus digunakan impuls petir standar 1.2/50 (lihat IEC 60060-1)

Insulator harus diuji dalam kondisi yang ditentukan pada Ayat 9 dan 10.

Impuls berpolaritas positif dan negatif harus digunakan. Namun bila telah terbukti polaritas impuls yang mana yang akan memberikan tegangan ketahanan yang lebih rendah, maka cukup diuji dengan polaritas tersebut.

Jumlah insulator yang akan diuji harus sesuai dengan 8.1.

### 13.2 Kriteria penerimaan

Tegangan lewat denyar impuls petir 50 % yang ditentukan dengan prosedur di atas harus dikoreksi sesuai dengan 10.2.

Jika pengujian dilakukan pada satu insulator atau pada suatu rentengan standar pendek, insulator lulus uji jika tegangan lewat denyar impuls petir 50 % nya tidak kurang dari:

$[1/(1 - 1,3 \sigma)] = 1,040$  kali tegangan ketahanan impuls petir yang ditentukan, dengan  $\sigma$  adalah deviasi standar (diasumsikan sama dengan 3 %).

Insulator tidak boleh rusak oleh pengujian ini; tetapi tanda kecil pada permukaan bagian insulasi atau gempilnya semen atau bahan lain yang digunakan untuk merakitnya dapat diizinkan.

## 14 Uji tegangan frekuensi daya basah (uji jenis)

### 14.1 Prosedur uji

Sirkuit uji harus sesuai dengan IEC 60060-1.

Insulator harus diuji dalam kondisi yang ditentukan pada Ayat 9 dan 10.

Karakteristik hujan tiruan harus sesuai dengan persyaratan IEC 60060-1.

Tegangan uji yang diterapkan pada insulator harus merupakan tegangan ketahanan frekuensi daya basah yang ditentukan, yang disetel untuk kondisi atmosfer pada saat pengujian (lihat 10.2). Tegangan uji harus dipertahankan pada nilai ini selama 1 menit.

Jumlah insulator yang akan diuji harus sesuai dengan 8.1.

**CATATAN** Jika pengujian ini dilakukan pada insulator saluran udara traksi, frekuensi standar tegangan uji dapat diterapkan pada insulator yang dimaksudkan untuk digunakan pada frekuensi lain antara 0 Hz sampai 100 Hz.

### 14.2 Kriteria penerimaan

Jika pengujian dilakukan pada satu unit insulator atau satu rentengan standar, pengujian dinyatakan lulus jika tidak terjadi lewat denyar atau dadal selama pengujian tersebut.

Jika pengujian dilakukan pada tiga unit insulator, pengujian dinyatakan lulus bila tidak terjadi lewat denyar atau dadal pada sebarang insulator.



**CATATAN** Jika terjadi lewat denyar pada sebarang insulator yang diuji, maka uji kedua pada unit yang sama dapat dilakukan setelah memverifikasi kondisi hujan.

Untuk melengkapi informasi jika khusus disyaratkan pada saat pemesanan, tegangan lewat denyar basah insulator dapat ditentukan dengan menaikkan tegangan secara bertahap dari sekitar 75% tegangan ketahanan frekuensi daya basah dengan laju daki sekitar 2% dari tegangan ini tiap detik. Tegangan lewat denyar harus dinyatakan sebagai nilai rata – rata aritmetik dari lima pembacaan yang berurutan dan nilainya harus dicatat setelah dilakukan koreksi terhadap kondisi atmosfer standar (Lihat 10.2.).

## **15 Uji ketahanan dadal (uji sampel, hanya untuk insulator kelas B)**

Uji dadal dapat dilakukan dengan uji ketahanan dadal frekuensi daya atau dengan kesepakatan antara pembeli dan pabrikan, dengan uji ketahanan dadal tegangan lebih impuls.

### **15.1 Uji ketahanan dadal frekuensi daya**

Insulator setelah dibersihkan dan dikeringkan, direndam seluruhnya dalam suatu tangki yang berisi media insulasi yang sesuai untuk mencegah luahan pada permukaannya. Jika tangki tersebut dari logam, dimensinya harus sedemikian sehingga jarak terpendek antara setiap bagian insulator dan sisi tangki tidak kurang dari 1,5 kali diameter dari sirip insulator terbesar. Suhu media insulasi harus sekitar suhu ruang.

Tidak mungkin untuk menentukan secara tepat sifat media insulasi, tetapi satu sifat yang diinginkan adalah konduktivitasnya kecil (resistivitasnya antara  $10^6 \Omega.m$  sampai  $10^8 \Omega.m$ ).

Tegangan uji harus diterapkan antara bagian tersebut yang secara normal mempunyai tegangan operasi di antaranya. Selama perendaman dalam media insulasi, harus dilakukan tindakan pencegahan untuk menghindari terjadinya gelembung udara di bawah sirip insulator.

Tegangan uji harus dinaikkan secara cepat konsisten dengan nilainya yang ditunjukkan oleh instrumen pengukur untuk mencapai tegangan dadal yang ditentukan.

Untuk melengkapi informasi dan jika ada permintaan khusus pada saat pemesanan, tegangan dapat dinaikkan sampai terjadi dadal dan tegangan dadal dicatat.

Prosedur uji ulang pada 8.3 berlaku pada pengujian ini.

### **15.2 Uji ketahanan dadal tegangan lebih impuls**

Jika pengujian ini dipersyaratkan, lihat SNI 04-6531.

## **16 Uji listrik rutin (hanya untuk insulator kelas B dari berbahan keramik atau gelas dianil)**

Unit insulator renteng dan insulator kaku berbahan keramik atau gelas dianil dikenai tegangan a.b. yang diterapkan secara kontinu.

Insulator kaku harus diletakkan dengan kepala di bawah dalam sebuah tangki yang berisi air yang dalamnya cukup untuk menutupi alur sisi konduktor. Tegangan harus diterapkan antara tangki dengan air yang praktis akan mengisi lubang kecil atau rongga masing-masing



insulator. Sebagai alternatif, elektrode logam dapat digunakan asalkan stres listrik pada porselen atau gelas tidak berkurang.

Tegangan a.b. dapat pada frekuensi daya atau frekuensi tinggi.

Jika menggunakan frekuensi daya, tegangan uji harus diterapkan selama tiga atau lima menit berurutan dan harus cukup tinggi untuk menghasilkan lewat denyar sporadis atau sekali-sekali (setiap beberapa detik).

Jika menggunakan frekuensi tinggi, harus merupakan tegangan a.b. terendam yang sesuai dengan frekuensi antara 100 kHz dan 500 kHz. Tegangan uji harus diterapkan selama sekurang-kurangnya 3 detik berurutan dan harus cukup tinggi untuk menyebabkan lewat denyar kontinu. Suatu tegangan frekuensi daya yang diterapkan pada insulator atau sebarang sarana lain yang sesuai harus digunakan untuk mendeteksi adanya insulator, selama ataupun sesudah uji frekuensi tinggi.

Insulator yang dadal selama pengujian harus ditolak.

Kecuali ditentukan lain, pengujian ini harus dilakukan setelah uji rutin mekanis, guna menyisihkan insulator yang mungkin telah rusak sebagian pada uji mekanis.

**CATATAN** Untuk desain tertentu dari insulator kakul kelas B, mungkin tidak dapat diterapkan pengujian seperti dijelaskan di atas. Dengan kesepakatan antara pembeli dan pabrikan pada saat pemesanan, pengujian pada insulator terakit kemudian dapat digantikan dengan pengujian pada komponen insulasi sebelum perakitan.

## **Seksi 5: Prosedur uji untuk uji mekanis dan pengujian lain**

Pasal ini menyajikan prosedur dan persyaratan uji untuk uji mekanis dari beberapa jenis insulator yang berbeda yang masih tercakup dalam ruang lingkup standar ini. Daftar uji, susunan pemasangan dan konstanta penerimaan diberikan pada Seksi yang sesuai (6, 7, 8, atau 9) untuk setiap jenis insulator. Untuk uji mekanis atau pengujian lain, prosedur uji tertentu berlaku sama untuk uji jenis dan uji sampel tetapi kriteria penerimaan dapat berbeda.

### **17 Verifikasi dimensi (uji jenis dan uji sampel)**

Dimensi dari insulator yang diuji harus diperiksa sesuai gambar yang relevan, terutama yang berhubungan dengan setiap dimensi yang berlaku toleransi khusus (misalnya jarak spasi yang ditentukan dalam IEC 60305 dan IEC 60433) dan rincian yang mempengaruhi kemampuan saling tukar (misalnya dimensi kopling yang bentuknya merupakan subyek dari IEC 60120 dan IEC 60471).

Ukuran kopling bola dan soket unit insulator renteng harus diverifikasi pada sampel E<sub>1</sub> maupun E<sub>2</sub>, untuk dimensi lain dan jenis insulator lain hanya sampel E<sub>2</sub> yang harus digunakan.

Kecuali ada kesepakatan lain, toleransi sebesar:

$$\pm (0,04d + 1,5) \text{ mm jika } d < 300 \text{ mm dan untuk seluruh panjang jarak rambat,}$$

atau



$$\pm (0,025d + 6) \text{ mm jika } d > 300 \text{ mm}$$

diizinkan pada semua dimensi yang tidak berlaku toleransi khusus ( $d$  adalah dimensi yang diperiksa dalam mm)

Toleransi yang diberikan di atas berlaku untuk jarak rambat, bahkan jika ditentukan sebagai nilai nominal minimum.

Prosedur uji ulang pada 8.3 berlaku untuk pengujian ini.

## **18 Uji beban gagal elektromekanis (uji jenis dan uji sampel)**

### **18.1 Prosedur uji**

Pengujian ini harus diterapkan untuk unit insulator renteng dari jenis yang luasan listrik internalnya dapat menunjukkan kegagalan mekanis pada bagian insulasinya.

Unit insulator renteng secara individu harus dikenai tegangan frekuensi daya dan beban tarik yang diterapkan secara serentak antara bagian logamnya. Tegangan tersebut harus dipertahankan selama pengujian.

Tegangan yang diterapkan harus sama dengan nilai tegangan ketahanan frekuensi daya basah yang ditentukan dari rentengan standar pendek dibagi dengan jumlah unit pada rentengan standar pendek.

Mengenai dimensi pokoknya, bagian kopling dari mesin penguji harus sesuai dengan IEC 60120 untuk insulator dengan kopling bola dan soket dan IEC 60471 untuk insulator dengan kopling klevis dan lidah. Untuk insulator saluran udara traksi atau insulator khusus lain yang menerapkan standar ini, mungkin diperlukan kopling khusus. Bagian kopling yang berkekuatan sama (standar atau diperkuat) harus digunakan dalam uji jenis dan uji sampel.

Beban tarik harus dinaikkan dari nol secara cepat tapi lancar sampai kira-kira 75 % dari beban gagal elektromekanis yang ditentukan dan kemudian secara bertahap dinaikkan dengan laju daki antara 100% dan 35% dari beban gagal elektromekanis yang ditentukan per menit sampai beban gagal yang ditentukan dalam Ayat 3 tercapai dan nilainya dicatat. (laju yang ditunjukkan berkaitan dengan pencapaian beban gagal elektromekanis yang ditentukan dalam waktu antara 15 detik dan 45 detik).

### **18.2 Kriteria penerimaan**

Lihat 19.4.

## **19 Uji beban gagal mekanis (uji jenis dan uji sampel)**

### **19.1 Prosedur uji untuk insulator pin dan insulator tonggak saluran**

Insulator pin atau insulator tonggak saluran harus dipasang seperti ditentukan pada Seksi yang relevan (6,7,8 atau 9) dan beban tekuk mekanis harus diterapkan. Beban harus dinaikkan dari nol secara cepat tapi lancar sampai kira-kira 75% dari beban gagal mekanis yang ditentukan dan kemudian secara bertahap dinaikkan dengan laju daki antara 100% dan 35% dari beban gagal mekanis yang ditentukan per menit, sampai yang terakhir tercapai untuk insulator pin atau sampai beban gagal seperti ditentukan dalam Ayat 3 tercapai untuk insulator tonggak saluran (laju yang ditunjukkan berkaitan dengan pencapaian beban gagal



mekanis yang ditentukan dalam waktu antar 15 dan 45 detik). Beban gagal dari insulator tonggak saluran harus dicatat.

## 19.2 Prosedur uji unit insulator renteng

Unit insulator renteng secara individu harus dikenai beban tarik yang diterapkan antara bagian logamnya.

Mengenai dimensi pokoknya, bagian kopling dari mesin pengujian harus sesuai dengan IEC 60120 untuk insulator dengan kopling bola dan soket dan dengan IEC 60471 untuk insulator kopling klevis dan lidah. Untuk insulator saluran udara traksi atau insulator khusus lain yang menerapkan standar ini, kopling khusus mungkin diperlukan. Bagian kopling yang berkekuatan sama (standar atau diperkuat) harus digunakan dalam uji jenis dan uji sampel.

Beban tarik harus dinaikkan secara cepat tapi lancar dari nol sampai kira-kira 75% dari beban gagal mekanis yang ditentukan dan kemudian secara bertahap dinaikkan dengan laju daki antara 100% dan 35% dari beban gagal mekanis yang ditentukan per menit sampai beban gagal seperti ditentukan dalam Ayat 3 tercapai dan nilainya dicatat (laju yang ditunjukkan berkaitan dengan pencapaian beban gagal mekanis yang ditentukan dalam waktu antara 15 dan 45 detik).

## 19.3 Kriteria penerimaan untuk insulator pin

Insulator dinyatakan lulus uji jika beban gagal mekanis yang ditentukan tercapai tanpa terjadi kegagalan mekanis dari komponen insulasinya. Sebagai tambahan, untuk insulator dengan pin terpadu, defleksi sisa dari komponen insulasi pada titik penerapan beban uji tidak boleh lebih dari 20% tinggi dari titik ini di atas bidang penyangganya.

Prosedur uji ulang pada 8.3 dapat diterapkan untuk pengujian ini pada insulator pin.

## 19.4 Kriteria penerimaan untuk unit insulator renteng dan insulator tonggak saluran

Dari beban-beban gagal individu  $X$  yang diperoleh selama uji beban gagal elektromekanis atau mekanis nilai rata-rata  $\bar{X}$  dan deviasi standar  $\sigma_{n-1}$  harus dihitung.

Lambang yang digunakan adalah sebagai berikut:

SFL : Beban gagal elektromekanis atau mekanis yang ditentukan.

$\bar{X}_T$  : Nilai rata-rata hasil uji jenis.

$\bar{X}_1$  : Nilai rata-rata hasil uji sampel.

$\bar{X}_2$  : Nilai rata-rata hasil uji ulang.

$\sigma_T$  : Deviasi standar hasil uji jenis.

$\sigma_1$  : Deviasi standar hasil uji sampel.

$\sigma_2$  : Deviasi standar hasil uji jenis.

$C_{0123}$  : Konstanta penerimaan.

Suatu uji jenis dinyatakan lulus jika:

$$\bar{X}_T \geq SFL + C_0 \sigma_T$$

Suatu uji sampel dinyatakan lulus jika:



$$\overline{X}_1 \geq SFL + C_1\sigma_1$$

Jika  $SFL + C_2\sigma_1$ , uji ulang dengan ukuran sampel dua kalinya diperbolehkan dalam uji sampel.

Uji ulang dinyatakan lulus jika:

$$\overline{X}_2 \geq SFL + C_3\sigma_2$$

dengan nilai rata-rata  $\overline{X}_2$  dan deviasi standar  $\sigma_2$  diperoleh dari hasil uji ulang saja.

Apabila tidak lulus dalam uji ulang, lot dianggap sebagai tidak memenuhi standar ini dan suatu penyelidikan harus dilakukan untuk menemukan penyebab kegagalan. (Bila suatu lot telah dibagi menjadi lot-lot kecil dan satu dari lot kecil tersebut tidak memenuhi persyaratan, penyelidikan dapat dilanjutkan pada lot yang lain).

Nilai koefisien penerimaan  $C_0$ ,  $C_1$  dan  $C_3$  yang diterapkan, ditentukan secara berurutan dalam Ayat 30 dan 33.

Suatu metode membandingkan hasil uji jenis dan sampel elektromekanis dan mekanis diberikan dalam Lampiran A. Jadwal serah penerimaan yang lengkap untuk uji jenis dan uji sampel begitu juga contoh perhitungannya diberikan dalam Lampiran B.

**CATATAN** Ketika menghitung deviasi standar  $\sigma$ , harus diperhatikan fakta bahwa hal itu adalah deviasi standar sampel dengan penyebut adalah  $n-1$ .

## **20 Uji kinerja termal mekanis (uji jenis)**

### **20.1 Prosedur uji**

Unit insulator harus dikenai siklus 4 x 24 jam pendinginan dan pemanasan serentak dengan penerapan beban tarik yang dipertahankan antara 60% dan 65% beban gagal elektromekanis atau mekanis yang ditentukan. Setiap siklus 24 jam harus dimulai satu periode pendinginan  $-30 \pm 5$  °C dan diikuti dengan satu periode pemanasan  $+40 \pm 5$  °C. Toleransi suhu siklus panas dan dingin harus dilakukan dengan suatu cara untuk memastikan perbedaan minimum sebesar 70 K antara suhu panas dan dingin yang tercatat. Suhu tercatat Suhu maksimum dan minimum harus dipertahankan paling sedikit selama empat jam berurutan dari siklus suhu. Laju perubahan suhu praktis tidak penting dan akan tergantung pada fasilitas uji. Semua suhu harus diukur pada atau dekat dengan bagian logam dari salah satu insulator.

Beban tarik harus diterapkan pada unit insulator pada kondisi suhu ruang sebelum siklus termal pertama dimulai. Beban tersebut harus dilepas seluruhnya dan diterapkan lagi pada akhir setiap periode pemanasan, terkecuali satu yang terakhir. Setelah siklus 24 jam yang keempat, dan setelah didinginkan sampai suhu ruang, beban tarik harus dilepas. Prosedur uji secara skematis diberikan pada Gambar 1.

Uji beban gagal elektromekanis (Ayat 18) atau uji beban mekanis (Ayat 19) harus dilakukan pada hari yang sama setelah beban tarik dilepaskan dari unit insulator.

**CATATAN 1** Unit insulator dapat dikopel bersama secara seri dan/atau paralel ketika dikenai siklus termal dan beban mekanis. Jika dikopel paralel, unit insulator harus diberi beban yang sama .



CATATAN 2 Pin kopling yang longgar, misalnya yang digunakan pada insulator jenis batang panjang tidak boleh dimasukkan dalam uji mekanis karena bukan merupakan bagian dari desain internal insulator.

## 20.2 Kriteria penerimaan

Kriteria penerimaan untuk uji beban gagal elektromekanis dan mekanis harus digunakan (lihat 19.4). Jika sebarang insulator gagal selama siklus pemanasan dan pendinginan, insulator dianggap tidak memenuhi standar ini.

## 21 Verifikasi dari simpangan aksial, radial dan sudut (uji sampel)

### 21.1 Prosedur Uji

Unit insulator renteng ditempatkan dengan tarikan ringan antara bagian kopling yang cocok dipasang sesuai dengan IEC 60120 atau IEC 60471. Dalam hal kopling klevis dan lidah mungkin diperlukan menambah pelat untuk memusatkan fitting logam pada kopling. Kedua bagian kopling harus pada sumbu vertikal yang sama dan harus dapat berputar bebas.

- Untuk unit insulator kap dan pin:

Bagian pemasang atas, baik soket maupun klevis harus sedemikian sehingga insulator yang diuji tergantung pada bola atau lidahnya dengan kapnya terletak pada bagian pemasang bawah. Dua gawai pengukur A dan B disusun seperti diperlihatkan dalam Gambar 2a, sedemikian sehingga membuat kontak dengan komponen insulasi pada titik diameter maksimum dan pada ujung sirip luar masing-masing.

Insulator diputar 360 ° dan variasi maksimum pembacaan gawai pengukur dicatat.

CATATAN Variasi pembacaan gawai pengukur A akan mencakup setiap variasi kerataan dari komponen insulasi. Biasanya variasi yang dapat diterima akan tergantung pada nilai maksimum yang ditentukan. Variasi yang berlebihan dari kerataan akan menghasilkan variasi pengukuran dengan gawai A akan di atas nilai maksimum yang ditentukan.

- Untuk unit insulator batang panjang:

Gawai pengukur B disusun seperti diperlihatkan pada Gambar 2b sehingga membuat kontak dengan inti komponen insulasi sedekat mungkin pada pusat insulator.

Insulator diputar 360 ° dan variasi pembacaan maksimum pada pembacaan gawai pengukur dicatat.

Sebagai tambahan, simpangan sudut  $\sigma$  dari bagian kopling harus diukur dengan metode yang sesuai, misalnya seperti pada Gambar 3.

### 21.2 Kriteria penerimaan untuk insulator kap dan pin

Berikut ini adalah variasi maksimum pembacaan gawai pengukur, diberikan hanya sebagai pedoman, nilai standar yang wajib belum tersedia:

variasi pada A: 4 % dari diameter nominal insulator

variasi pada B: 3 % dari diameter nominal insulator



Prosedur uji ulang pada 8.3 berlaku pada pengujian ini

### 21.3 Kriteria penerimaan untuk insulator batang panjang

Berikut ini adalah variasi maksimum pembacaan gawai pengukur, diberikan hanya sebagai pedoman, nilai standar yang wajib belum tersedia.

- Variasi pada B:
  - 1,4 % panjang insulator untuk insulator yang panjangnya  $\leq 750$  mm
  - 1,2 % panjang insulator untuk insulator yang panjangnya  $> 750$  mm

Nilai simpangan sudut  $\sigma$  dari bagian kopling tidak boleh melebihi nilai sebagai berikut:

Untuk kopling klevis dan lidah	$\sigma \leq 4^\circ$
Untuk kap bola dan soket	$\sigma \leq 15^\circ$
Untuk kombinasi lain dari bagian kopling	$\sigma \leq 15^\circ$ , kecuali ada kesepakatan lain antara pembeli dan pabrikan.

Prosedur uji ulang pada 8.3 berlaku pada pengujian ini.

## 22 Verifikasi sistem pengunci (uji sampel)

Pengujian ini dapat diterapkan untuk unit insulator renteng dengan kopling bola dan soket. Pengujian terdiri dari empat bagian:

- kesesuaian gawai pengunci;
- verifikasi penguncian;
- posisi gawai pengunci (hanya untuk jenis pin belah);
- uji operasi.

Prosedur uji ulang pada 8.3 berlaku untuk pengujian ini.

### 22.1 Kesesuaian gawai pengunci

Pabrikan insulator atau fitting harus memverifikasi bahwa gawai pengunci memenuhi persyaratan dari IEC 60372. Verifikasi ini harus ditegaskan dengan sertifikat uji yang tersedia oleh pabrikan insulator.

**CATATAN** Jika tidak ada bukti bahwa gawai pengunci yang melengkapi insulator diajukan untuk penerimaan berkaitan dengan lot yang sama yang sertifikatnya ditetapkan, pengujian sesuai dengan IEC 60372 dapat dilakukan pada sejumlah gawai pengunci tidak lebih dari ukuran sampel E2 yang diberikan pada 8.2

### 22.2 Verifikasi penguncian

Insulator dihubungkan dalam rentengan yang terdiri dari dua unit insulator kap dan pin. Untuk insulator batang panjang, unit insulator dirakit dengan hubungan bola yang terkait. Gawai pengunci diletakkan pada posisi penguncian. Kemudian dengan menerapkan gerakan sebanding dengan yang dialami dalam pelayanan, rentengan atau hubungan bola diperiksa untuk melihat bahwa tidak dapat terjadi kopel yang lepas.



### 22.3 Posisi gawai pengunci

Untuk jenis pin belah, posisi pengunci untuk kaki diperiksa untuk melihat apakah pengunci tersebut tidak menonjol di luar lubang masuk soket dan apakah mungkin memasukkan perkakas tajam berdiameter separuh mata ke dalam mata untuk menarik pin belah dari posisi penguncian ke posisi kopling.

CATATAN 1 Lihat IEC 60372 sebagai gambaran dari posisi penguncian dan kopling

CATATAN 2 Pada jenis pin belah, perhatian diberikan pada fakta bahwa tumbukan yang berlebihan pada kepala pin selama pemasangan dalam posisi penguncian dapat menyebabkan perubahan bentuk yang selanjutnya berakibat terpengaruhnya kemampuan penguncian. Perhatian juga harus diberikan bahwa fungsi dari pin belah tidak terpengaruh oleh perubahan bentuk yang terjadi selama pembukaan keluar ujung-ujungnya.

CATATAN 3 Untuk kopling standar 11, kaki pin belah dapat melewati lubang masuk soket tidak lebih dari 5 mm

### 22.4 Prosedur untuk uji operasi

Gawai pengunci dipasang pada posisi penguncian.

Untuk jenis pin belah:

Dengan sarana gawai yang sesuai, beban tarik  $F$  diterapkan pada mata pin belah sepanjang sumbu.

Untuk jenis jepitan W:

Dengan sarana batang baja yang mempunyai penampang persegi berdimensi  $F_5 \times T$  (untuk dimensi ini lihat IEC 60372), beban  $F$  diterapkan pada dua ujung lingkaran yang paling jauh dari jepitan, sepanjang sumbunya.

Beban secara bertahap dinaikkan sampai gawai pengunci bergerak ke posisi kopling. Pengoperasian dari posisi penguncian ke posisi kopling harus dilakukan sebanyak tiga kali berurutan. Beban  $F$  yang menyebabkan gawai pengunci bergerak dari posisi penguncian ke posisi kopling dicatat untuk setiap operasi. Setelah ini, suatu beban  $F_{\max}$  seperti yang diperlihatkan pada kriteria penerimaan di bawah ini harus diterapkan tanpa menyebabkan gawai pengunci lepas secara menyeluruh dari soket.

### 22.5 Kriteria penerimaan untuk uji operasi

Nilai beban  $F$  selama tiga kali operasi harus terletak antara nilai  $F_{\min}$  dan  $F_{\max}$  yang diberikan di bawah ini:

	Pin belah	Jepitan W
- Untuk kopling standar 11	$F_{\min} = 30 \text{ N}$ $F_{\max} = 300 \text{ N}$	$F_{\min} = 25 \text{ N}$ $F_{\max} = 250 \text{ N}$
- Untuk kopling standar 16A – 16B, 20, 24	$F_{\min} = 50 \text{ N}$ $F_{\max} = 500 \text{ N}$	$F_{\min} = 25 \text{ N}$ $F_{\max} = 250 \text{ N}$

CATATAN 1 Jika pin belah terbuat dari baja sangat tahan karat, beban sebesar 300 N dan 500 N kadang – kadang tidak cukup untuk menyebabkan gerakan dari posisi penguncian ke posisi kopling. Dengan kesepakatan antara pembeli dan pabrikan, nilai  $F_{\max}$  yang lebih tinggi (sampai dengan 650 N



untuk kopling standar 16 hingga 24) dapat ditentukan bila metode pekerjaan dalam keadaan bertegangan memungkinkan beban yang lebih tinggi tersebut.

CATATAN 2 Untuk kopling standar 28 dan 32, nilai  $F_{\min}$  dan  $F_{\max}$  harus disepakati antara pembeli dan pabrikan. Sebagai pedoman diberikan nilai berikut:  $F_{\min} = 100 \text{ N}$ ,  $F_{\max} = 650 \text{ N}$ .

## 23 Uji siklus suhu (uji sampel)

### 23.1 Prosedur uji untuk unit insulator renteng, insulator pin dan insulator tonggak saluran yang terbuat dari bahan keramik.

Insulator dari bahan keramik dengan bagian logam terpadunya, jika ada, harus secara cepat dan menyeluruh direndam tanpa ditempatkan dalam suatu kontainer antara, dalam bak air yang suhunya dipertahankan 70 K lebih tinggi daripada bak air dingin yang digunakan pada pengujian berikutnya dan dijaga tetap terendam selama durasi  $T$  yang dinyatakan dalam menit:

$T = 15 + 0,7 m$  menit dengan maksimum 30 menit untuk insulator kelas A (dengan  $m$  adalah massa insulator dalam kg).

$T = 15$  menit untuk insulator kelas B.

Insulator tersebut harus diangkat dan secara cepat serta menyeluruh direndam kembali tanpa ditempatkan pada kontainer antara, dalam bak air dingin dimana insulator tersebut harus dijaga tetap terendam untuk waktu yang sama. Siklus pemanasan dan pendinginan harus dilaksanakan sebanyak tiga kali berurutan. Waktu yang diperlukan untuk mengalihkan dari bak air yang satu ke lainnya harus sesingkat mungkin dan tidak melebihi 30 detik.

Pada saat selesainya siklus ketiga, insulator harus diperiksa untuk memverifikasi bahwa insulator tersebut tidak retak dan kemudian harus dikenai pengujian berikut jika dapat diterapkan:

Insulator kelas A yang uji mekanis rutinnya ditentukan:

selama 1 menit pada beban mekanis sama dengan 80 % dari beban gagal mekanis yang ditentukan.

Insulator kelas B:

selama 1 menit pada uji frekuensi daya sesuai prosedur yang dijelaskan pada Ayat 16.

### 23.2 Prosedur uji untuk unit insulator renteng, insulator pin dan insulator tonggak saluran yang terbuat dari bahan gelas dianil

Insulator dari gelas dianil dengan bagian logam terpadunya, jika ada, harus secara cepat dan menyeluruh direndam tanpa ditempatkan dalam suatu kontainer antara, dalam bak air yang suhunya dipertahankan  $\theta$  K lebih tinggi dari suhu hujan tiruan yang akan digunakan dalam pengujian berikutnya dan dijaga tetap terendam untuk periode 15 menit dalam bak air tersebut. Insulator tersebut kemudian diangkat dan secara cepat selama 15 menit dikenali hujan tiruan dengan intensitas 3 mm/menit tanpa karakteristik yang ditentukan lainnya.

Siklus pemanasan dan pendinginan harus dilakukan sebanyak tiga kali berurutan. Waktu yang diperlukan untuk mengalihkan dari bak air panas ke hujan tiruan atau sebaliknya tidak melebihi 30 detik.



Kemampuan dari gelas yang dianil untuk tahan terhadap perubahan suhu tergantung pada sejumlah faktor, salah satu yang terpenting adalah komposisinya. Oleh karena itu suhu  $\theta$  harus ditentukan melalui kesepakatan antara pembeli dan pabrikan.

Pada saat selesainya siklus ke tiga, insulator harus diperiksa untuk memverifikasi bahwa insulator tersebut tidak retak dan kemudian harus dikenai pengujian sebagai berikut:

Insulator kelas A yang uji mekanis rutinnya ditentukan:

selama 1 menit pada beban mekanis sama dengan 80 % dari beban gagal mekanis yang ditentukan.

Insulator kelas B:

selama 1 menit pada uji frekuensi daya sesuai dengan prosedur yang dijelaskan dalam Ayat 16.

### 23.3 Prosedur uji khusus untuk insulator dengan bagian yang tebal atau insulator yang sangat besar

Untuk insulator yang sangat besar atau unit insulator dengan bagian yang tebal, pengujian yang dijelaskan pada 23.1 dan 23.2 di atas mungkin terlalu berat dan suatu pengujian yang lebih ringan kemudian dapat diterapkan dengan kesepakatan antara pembeli dan pabrikan; 50 K adalah perubahan suhu yang umumnya sesuai untuk pengujian ini. Untuk maksud ini, insulator pejal atau unit insulator renteng yang sangat besar harus dianggap mempunyai salah satu dimensi berikut:

$L$	$> 1200 \text{ mm}$	$L =$	panjang insulator
$D^3L$	$> 80 \times 10^6 \text{ mm}^3$	$D =$	diameter eksternal terbesar
$d$	$> 90 \text{ mm}$	$d =$	diameter inti untuk insulator berinti padat (lihat Gambar 4a)
$\phi$	$> 25 \text{ mm}$	$\phi =$	tebal terbesar yang ditentukan oleh diameter lingkaran terbesar yang dapat dibuat dalam suatu bagian insulator melalui sumbu insulator (lihat Gambar 4b)

### 23.4 Spesifikasi pelengkap

- Untuk pengujian di atas, jumlah air dalam tangki uji harus cukup banyak untuk perendaman insulator sehingga tidak mengakibatkan suatu variasi suhu dalam air lebih dari  $\pm 5 \text{ K}$ ;
- Larangan terhadap penggunaan kontainer antara tidak mengecualikan penggunaan keranjang jaring kawat yang memiliki massa termal rendah dan memberikan jalan masuk air secara bebas.

### 23.5 Kriteria penerimaan

Insulator harus tahan terhadap pengujian ini tanpa retak, dadal atau kerusakan mekanis. Prosedur uji ulang pada 8.3 berlaku untuk pengujian ini.



## 24 Uji kejut termal (uji sampel)

### 24.1 Prosedur uji

Insulator harus secara cepat dan menyeluruh direndam dalam air pada suhu yang tidak melebihi 50 K, insulator telah dipanaskan dengan udara panas atau sarana lain yang sesuai hingga suhunya merata paling sedikit 100 K lebih tinggi dari suhu air tersebut.

Insulator harus tetap di dalam air paling sedikit 2 menit.

### 24.2 Kriteria penerimaan

Insulator harus tahan terhadap pengujian ini tanpa kerusakan dari komponen insulasi. Prosedur uji ulang dalam 8.3 berlaku untuk pengujian ini.

## 25 Uji keporian (uji sampel)

### 25.1 Prosedur uji

Pecahan keramik dari insulator, atau dengan kesepakatan, dari kepingan yang mewakili keramik dibakar yang berdampingan dengan insulator, harus direndam dalam larutan fuchin beralkohol 1 % (1 g fuchin dalam 100 g *methylated spirit*) pada tekanan tidak kurang dari  $15 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  selama suatu waktu sedemikian sehingga hasil perkalian durasi uji dalam jam dan tekanan uji dalam newton per meter persegi tidak kurang dari  $180 \times 10^6$ .

Pecahan tersebut kemudian harus diambil dari larutan, dicuci, dikeringkan dan kemudian dipecah lagi.

### 25.2 Kriteria penerimaan

Pemeriksaan dengan mata telanjang pada permukaan yang baru pecah tidak boleh menampakkan penetrasi celupan. Penetrasi ke dalam retak kecil yang terbentuk selama pemecahan awal harus diabaikan. Prosedur uji ulang dalam 8.3 berlaku pengujian ini.

## 26 Uji galvanis (uji sampel)

Kecuali selain yang ditentukan di bawah, standar ISO berikut dapat diterapkan untuk kinerja pengujian ini:

ISO 1459 (E), ISO 1460 (E), ISO 1461 (E), ISO 1463 (E), ISO 2064 (E), ISO 2178 (E).

**CATATAN** Walaupun sulit untuk memberikan suatu rekomendasi umum, dimungkinkan untuk memperbaiki secara memuaskan lapisan seng pada daerah yang kecil, yang rusak misalnya akibat perlakuan kasar yang berlebihan: perbaikan lebih disukai dilaksanakan dengan sarana batang reparasi paduan seng bertitik lebur rendah. Tebal lapisan yang diperbaiki sebaiknya paling sedikit sama dengan tebal lapisan galvanisnya. Ukuran maksimum daerah yang perbaikannya dapat diterima akan tergantung, untuk seberapa luas, pada bagian besi dan dimensinya, tetapi sebagai petunjuk umum luas  $40 \text{ mm}^2$  disarankan mencukupi,  $100 \text{ mm}^2$  adalah maksimum untuk fitting insulator yang besar. Namun perbaikan lapisan yang rusak hanya diijinkan dalam hal khusus pada gangguan kecil dan setelah kesepakatan antara pembeli dan pabrikan. Sebaiknya dicatat bahwa perbaikan dengan sarana batang reparasi hanya mungkin pada bagian besi yang hilang, sebab suhu bagian besi selama perlakuan ini akan terlampaui tinggi untuk memungkinkan metode ini digunakan pada insulator lengkap.



## 26.1 Prosedur uji

Bagian besi dari insulator harus diserahkan untuk uji penampakan yang dilanjutkan dengan penentuan massa lapisan dengan menggunakan metode uji magnetik. Jika terdapat perbedaan pendapat mengenai hasil dengan menggunakan metode magnetik, uji penentuan harus dilakukan:

- baik dengan metode gravimetrik untuk cor dan tempa, serta untuk ring dengan kesepakatan; dalam hal ini digunakan persyaratan ISO 1460;
- atau dengan metode mikroskopik untuk baut, mur, dan ring, dalam hal ini digunakan persyaratan ISO 1463.

**CATATAN** Dengan kesepakatan antara pembeli dan pabrikan pada saat pemesanan, metode uji lain dapat digunakan, misalnya pengujian dengan perendaman pada larutan tembaga sulfat atau metode gazometrik. Kesepakatan harus menentukan pilihan salah satu metode, penerapannya dan kondisi pengujian secara umum. Terdapat banyak acuan kepustakaan untuk menjelaskan metode uji untuk mengukur kontinuitas lapisan seng dengan perendaman dalam larutan tembaga sulfat.

### 26.1.1 Penampakan

Bagian insulator harus diserahkan untuk inspeksi visual.

### 26.1.2 Penentuan massa lapisan dengan metode uji magnetik

Pengujian ini harus dilakukan pada kondisi yang dijelaskan padalam ISO 2178, khususnya Ayat 3: Faktor yang mempengaruhi keakuratan pengukuran; dan Ayat 4: Kalibrasi. Ayat-ayat tersebut sangat penting untuk memperoleh pengukuran yang akurat.

Pada setiap sampel yang diuji, harus dilakukan tiga hingga sepuluh kali pengukuran sesuai dengan dimensinya. Pengukuran ini harus terdistribusi merata dan acak pada seluruh sampel, dengan menghindari titik sudut dan titik tajam.

**CATATAN** Penentuan massa lapisan dengan metode magnetik tidak merusak, sederhana, cepat, cukup pasti dan dalam banyak hal memadai. Oleh karena itu metode ini ditentukan sebagai uji dasar.

## 26.2 Kriteria penerimaan

### 26.2.1 Kriteria penerimaan untuk uji penampakan

Pelapisan harus kontinu, merata dan sehalus mungkin (untuk mencegah terjadinya lecet selama penanganan) dan bebas dari sesuatu yang mengganggu penggunaan yang ditetapkan dari obyek yang dilapisi (lihat 5.4.2 dari ISO 1459).

Bercak kecil tak terlapisi dapat diperbolehkan. Luas maksimum dari satu bercak tak terlapisi  $4 \text{ mm}^2$ , tetapi total permukaan yang tak terlapisi tidak boleh lebih dari 0,5 % dari perkiraan luas total permukaan bagian logam dengan maksimum  $20 \text{ mm}^2$ .

Lapisan harus cukup melekat untuk tahan terhadap penanganan yang konsisten dengan penggunaan barang secara normal, tanpa mengelupas atau menyerpih.

Prosedur uji ulang pada 8.3 berlaku untuk pengujian ini.

**CATATAN** Bagian dengan ulir sekrup digalvanis setelah pengulirannya. Mur dan sebagainya ditap dan diproteksi setelah digalvanis, kecuali ada kesepakatan lain antara pembeli dan pabrikan.



### 26.2.2 Kriteria penerimaan untuk nilai massa lapisan

Nilai massa lapisan yang diberikan dari nilai rata-rata aritmatik pengukuran, tidak boleh kurang dari yang ditentukan di bawah ini.

Nilai minimum standar berikut dapat diterapkan, kecuali antara pembeli dan pabrikan telah ada kesepakatan sebelumnya yang menetapkan nilai yang lebih tinggi (misalnya 500 gr/m<sup>2</sup> sebagai suatu nilai rata-rata pada setiap sampel individu untuk baut, mur dan ring), bila bahan-bahan tersebut digunakan pada kondisi berat yang tidak lazim.

Massa lapisan rata-rata minimum:

- untuk besi dan baja cetak dan tempa:  
600g/m<sup>2</sup> untuk semua sampel, dengan 500 gr/m<sup>2</sup> pada setiap sampel individu;
- untuk baut, mur dan ring:  
375 gr/m<sup>2</sup> untuk semua sampel, dengan 300 gr/m<sup>2</sup> pada setiap sampel individu.

CATATAN Sebagai petunjuk, tebal kira-kira yang setara untuk nilai di atas adalah:

$$\begin{aligned} 600 \text{ g/m}^2 &= 85 \text{ } \mu\text{m} \\ 500 \text{ g/m}^2 &= 70 \text{ } \mu\text{m} \\ 375 \text{ g/m}^2 &= 54 \text{ } \mu\text{m} \\ 300 \text{ g/m}^2 &= 43 \text{ } \mu\text{m} \end{aligned}$$

Namun jika nilai rata-rata seluruh sampel memuaskan dan jika nilai rata-rata dari hanya satu sampel individu tidak memuaskan, dilakukan uji ulang dengan prosedur yang sama sesuai dengan 8.3. Jika hasil pada masing-masing sampel individu memuaskan, tetapi nilai rata-rata sampel tidak memuaskan, uji penentuan sebaiknya dilakukan dengan metode gravimetrik maupun mikroskopik (lihat 26.1.).

## 27 Inspeksi visual rutin

Setiap insulator harus diperiksa. Pemasangan bagian logam pada bagian insulasi harus sesuai dengan gambar.

### 27.1 Insulator dengan bagian insulasi keramik

Warna dari insulator harus mendekati warna yang ditentukan pada gambar. Beberapa variasi dalam corak warna glasir diperbolehkan dan tidak boleh menjadi dasar penolakan insulator. Hal ini juga berlaku untuk daerah dengan lapisan glasir lebih tipis dan karena itu lebih cerah, misalnya pada ujung dengan radius kecil.

Daerah yang akan diglasir, seperti ditentukan pada gambar, harus dilingkupi dengan glasir keras yang halus dan bersinar, bebas dari retak dan cacat lain yang dapat merugikan kinerja yang memuaskan dalam pelayanan.

Cacat glasir adalah bercak tanpa glasir, gempil, kemasukan benda kecil pada lapisan glasir dan lubang kecil.

Toleransi cacat visual seperti ditampilkan di bawah ini berlaku untuk masing-masing unit insulator.

Luas total cacat glasir pada setiapmasing-masing unit insulator tidak boleh melebihi:

$$100 + \frac{DxF}{2000} \text{ mm}^2.$$



Luas setiap cacat glasir tunggal tidak boleh melebihi:

$$50 + \frac{DxF}{20000} \text{ mm}^2.$$

dengan  $D$  adalah diameter terbesar insulator (dalam milimeter) dan  $F$  adalah jarak rambat insulator (dalam millimeter).

Cacat glasir tidak diperbolehkan pada inti insulator batang panjang berinti padat.

Pada inti dari insulator berinti padat lainnya, bercak tunggal tanpa glasir tidak boleh melebihi  $25 \text{ mm}^2$ . Kemasukan benda kecil pada glasir sirip (misalnya kotoran di sirip atas) tidak boleh melebihi luas total  $25 \text{ mm}^2$  atau setiap benda kecil tunggal yang masuk tidak boleh menonjol lebih dari  $25 \text{ mm}^2$  pada permukaan.

Kumpulan benda kecil yang masuk (misalnya butiran pasir) dianggap sebagai cacat glasir tunggal. Luas yang tercakup di sekelilingnya harus dimasukkan dalam luas total cacat glasir.

Lubang yang sangat kecil, berdiameter kurang dari 1,0 mm (misalnya yang disebabkan oleh partikel debu selama pengglasiran) tidak boleh dimasukkan dalam luas total cacat glasir. Namun dalam setiap luas  $50 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$  jumlah lubang kecil tidak boleh melebihi 15. Selanjutnya jumlah total lubang kecil pada unit insulator tidak boleh melebihi:

$$50 + \frac{DxF}{1500}$$

dengan  $D$  dan  $F$  seperti didefinisikan di atas.

## 27.2 Insulator dengan bagian insulasi gelas

Bagian insulasi harus tidak mempunyai cacat permukaan, seperti lipatan dan lubang tiup yang merugikan kinerja yang memuaskan dalam pelayanan dan tidak boleh ada gelembung dalam gelas dengan diameter lebih besar dari 5 mm.

## 28 Uji mekanis rutin

### 28.1 Uji mekanis rutin pada insulator tonggak saluran

Uji rutin mekanis hanya disyaratkan untuk insulator tonggak saluran yang tinggi nominalnya lebih dari 600 mm. Insulator yang akan diuji harus cukup magun (terpasang tetap) dan beban kantilever 50% dari beban gagal yang ditentukan harus diterapkan pada puncak insulator dalam empat arah yang saling tegak lurus, masing-masing arah sekurang-kurangnya selama 3 detik. Insulator yang patah atau bagian logam yang retak atau terlepas selama pengujian harus ditolak.

**CATATAN** Untuk insulator jenis tertentu yang terbuat dari bahan keramik, suatu uji ultrasonik setelah uji rutin mekanis mungkin berguna untuk mendeteksi cacat yang tersembunyi dalam bahan insulasi.



## 28.2 Uji mekanis rutin pada unit insulator renteng

Unit insulator renteng kelas A harus dikenai paling sedikit selama 1 menit, suatu beban tarik sama dengan 80 % beban gagal mekanis yang ditentukan.

Unit insulator renteng kelas B harus dikenai paling sedikit selama 3 menit, suatu beban tarik sama dengan 50 % beban gagal mekanis yang ditentukan

Insulator yang pecah atau bagian logamnya retak atau terlepas selama pengujian harus ditolak.

**CATATAN** Untuk insulator jenis tertentu yang terbuat dari bahan keramik, suatu uji ultrasonik setelah uji rutin mekanis mungkin berguna untuk mendeteksi cacat yang tersembunyi dalam bahan insulasi.

### Seksi 6: Insulator pin

Pengujian berikut dapat diterapkan untuk insulator pin. Pengujian tertentu hanya dapat diterapkan untuk kelas tertentu insulator atau bahan. Untuk menentukan pengujian yang dapat diterapkan untuk insulator pin, mengacu pada Tabel acuan silang berikut (Tabel 1).

Angka pada baris pertama dalam masing-masing kotak menunjukkan jumlah insulator yang harus diserahkan untuk masing-masing pengujian; kode E1 dan E2 berkaitan dengan acuan yang diberikan untuk sampel dalam 8.2. Baris kedua dalam masing-masing kotak (ditulis dalam huruf miring) menunjukkan Ayat dan/atau Subayat yang dapat diterapkan pada insulator dan pengujian yang bersangkutan.

Uji jenis yang dapat diterapkan hanya dilakukan sekali saja untuk insulator yang diajukan (lihat 6.1 untuk lebih rinci). Tidak dapat dibuat perbandingan dengan hasil yang memuaskan antara hasil uji jenis dan uji sampel untuk uji beban gagal mekanis pada insulator pin.

Uji sampel yang dapat diterapkan dilakukan pada sampel E1 an E2 seperti ditunjukkan dalam Tabel acuan silang. Ukuran sampel ini harus ditentukan sesuai dengan 8.2. Uji sampel harus dilaksanakan dalam urutan yang ditunjukkan petunjuk di bawah ini; namun dimungkinkan untuk melaksanakan pengujian yang hanya berlaku untuk sampel E1 (atau E2) sebelum berlaku pada pada sampel yang lain, setelah melaksanakan pengujian tersebut yang berlaku untuk kedua sampel.

Uji rutin yang dapat diterapkan harus dilakukan pada setiap insulator.

Susunan pemasangan spesifik untuk insulator pin diberikan pada Ayat 29.



**Tabel 1 Tabel acuan silang untuk insulator pin**

Jenis Insulator Bahan Kelas		Insulator Pin					
		Bahan keramik		Gelas dianil		Gelas diperkeras	
		A	B	A	B	A	B
UJI JENIS	Verifikasi dimensi	5	5	5	5	5	5
	Uji tegangan ketahanan impuls petir kering	3	3	3	3	3	3
	Uji tegangan ketahanan frekuensi daya bawah	3	3	3	3	3	3
	Uji beban gagal mekanik	5	5	5	5	5	5
UJI SAMPEL	Verifikasi dimensi	E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>
	Uji siklus suhu	E <sub>1</sub> &E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub> &E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub> &E <sub>2</sub>	E <sub>1</sub> &E <sub>2</sub>		
	Uji beban gagal mekanis	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>
	Uji ketahanan dadal					E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>
	Uji kejut termal		E <sub>2</sub>		E <sub>2</sub>		E <sub>2</sub>
	Uji keporian	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub>				
	Uji galvanis <sup>1)</sup>	E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>2</sub>
UJI RUTIN	Inspeksi visual rutin	semua	semua	semua	semua	semua	semua
	Uji rutin listrik		Semua		Semua		
<sup>1)</sup> Jika diperlukan							

## 29 Susunan pemasangan untuk pengujian dari insulator pin

### 29.1 Susunan pemasangan standar untuk uji listrik

Tergantung pada jenis insulator pin (Ayat 3), digunakan dua susunan pemasangan pada travers penyangga.

- Untuk insulator pin dengan komponen insulasi yang dalam pelayanannya disangga tanpa kontak pada struktur penyangga:

Benda uji harus dipasang pada pin logam vertikal berdiameter kira-kira 25 mm dan panjangnya sedemikian sehingga jarak busur listrik kering terpendek dari elektrode atas dan/atau bagian logam-terhubung ke travers penyangga harus 25% hingga 50% lebih besar dari pada jarak serupa ke pin. Pin harus satu sumbu dengan benda uji. Jika insulator memiliki pin terpadu, pin ini harus digunakan.



- Untuk insulator pin dengan komponen insulasi yang dalam pelayanannya kontak pada struktur penyangga (tonggak pin):

Benda uji harus dipasang pada travers penyangga.

Kecuali ditentukan lain, travers penyangga harus merupakan pipa logam atau besi kanal yang horizontal, lurus, rata, dibumikan yang memiliki lebar horizontal tidak kurang dari 76 mm dan tidak lebih dari 152 mm. Travers harus ditempatkan paling sedikit 1 m di atas tanah.

Suatu konduktor berdiameter tidak kurang dari 13 mm dipasang pada sudut yang tepat terhadap travers penyangga dan memanjang pada kedua arahnya paling sedikit dua kali tinggi insulator tidak termasuk sirip atas, harus diikat sedekat mungkin secara horizontal dalam alur sisi insulator. Konduktor tersebut harus diikat dengan sarana kawat logam berdiameter kira-kira 2,5 mm yang dililitkan mengelilingi konduktor dengan panjang kira-kira dua kali diameter sirip atas dan memanjang pada jarak yang sama pada masing-masing sisi insulator. Konduktor tersebut harus cukup panjang sehingga tidak terjadi lewat denyar pada ujung-ujungnya. Untuk uji basah, konduktor harus ditempatkan sedemikian sehingga secara normal pada arah hujan dan pada sisi insulator yang paling dekat dengan perlengkapan penyemprot hujan tiruan.

Tidak boleh ada benda lain dekat insulator yang berjarak kurang dari 1 m atau 1,5 kali tinggi insulator, dipilih mana yang lebih besar.

Jika insulator dilengkapi dengan klem, konduktor harus ditempatkan pada klem.

Tegangan uji harus diterapkan antara konduktor dan bumi.

## **29.2 Susunan pemasangan untuk uji listrik yang menggambarkan kondisi pelayanan**

Jika disepakati pada saat pemesanan, uji listrik pada insulator pin dapat dilakukan dalam kondisi yang semirip mungkin menggambarkan kondisi pelayanan. Tingkat kondisi pelayanan yang akan ditiru harus disepakati antara pembeli dan pabrikan, dengan memperhitungkan semua faktor yang dapat mempengaruhi hasil yang diperoleh.

**CATATAN** Pada kondisi nonstandar tersebut, karakteristiknya dapat berbeda dari nilai yang diukur dengan menggunakan metode pemasangan standar.

## **29.3 Susunan pemasangan untuk uji beban gagal mekanis**

Jika pin dan komponen insulasi dapat dipisahkan, insulator harus dipasang pada suatu pin magun kokoh yang mampu tahan terhadap beban gagal mekanis yang ditentukan tanpa terjadi perubahan bentuk yang cukup besar.

Untuk insulator dengan pin terpadu, pengujian harus dilakukan pada insulator lengkap.

Beban mekanis harus diterapkan tegak lurus pada sumbu insulator dalam bidang konduktor dengan sarana tali kawat yang melingkari alur sisinya. Tali kawat harus ditempatkan sedemikian sehingga stres terlokalisasi pada alur sisi insulator dapat dihindari. Jika insulator disuplai dengan klem, beban mekanis harus diterapkan dengan cara terbaik untuk menggambarkan stres pelayanannya.



## Seksi 7: Insulator tonggak saluran

Pengujian berikut dapat diterapkan untuk insulator tonggak saluran. Pengujian tertentu hanya dapat diterapkan untuk kelas insulator atau bahan tertentu. Untuk menentukan pengujian yang dapat diterapkan untuk insulator tonggak saluran, mengacu pada Tabel acuan silang berikut (Tabel 2).

Angka pada baris pertama dalam masing-masing kotak menunjukkan jumlah insulator yang harus diserahkan untuk masing-masing pengujian; kode E1 dan E2 berkaitan dengan acuan yang diberikan untuk sampel dalam 8.2. Baris kedua dalam masing-masing kotak (ditulis dalam huruf miring) menunjukkan Ayat dan/atau Subayat yang dapat diterapkan pada insulator dan pengujian yang bersangkutan.

Uji jenis yang dapat diterapkan, seperti ditunjukkan pada Tabel acuan silang hanya dilakukan sekali saja untuk insulator yang diajukan (lihat 6.1 untuk lebih rinci).

Uji sampel yang dapat diterapkan dilakukan pada sampel E1 an E2 seperti ditunjukkan dalam Tabel acuan silang. Ukuran sampel ini harus ditentukan sesuai dengan 8.2. Uji sampel harus dilaksanakan dalam urutan yang ditunjukkan petunjuk di bawah ini; namun dimungkinkan untuk melaksanakan pengujian yang hanya berlaku untuk sampel E1 (atau E2) sebelum berlaku pada pada sampel yang lain, setelah melaksanakan pengujian tersebut yang berlaku untuk kedua sampel.

Uji rutin yang dapat diterapkan harus dilakukan pada setiap insulator.

Susunan pemasangan spesifik untuk insulator tonggak saluran diberikan pada Ayat 31.

### 30 Koefisien untuk analisis statistik hasil uji pada insulator tonggak saluran

#### 30.1 Koefisien untuk uji jenis

Koefisien berikut harus digunakan untuk analisis hasil uji jenis dari uji beban gagal mekanis pada insulator tonggak saluran:

$$C_o = 1,2$$

#### 30.2 Koefisien untuk uji sampel

Koefisien berikut harus digunakan untuk analisis hasil uji sampel dari uji beban gagal mekanis pada insulator tonggak saluran.

Koefisien	Ukuran Sampel ( $E_1$ )		
	4	8	12
$C_1$	1	1.42	1,7
$C_2$	0,8	1.2	1,5
$C_3$	1	1,42	1,7



**Tabel 2 Tabel acuan silang untuk insulator tonggak saluran**

Jenis Insulator		Insulator Pin					
		Bahan keramik		Gelas dianil		Gelas diperkeras	
		H ≤ 600	H > 600	H ≤ 600	H > 600	H ≤ 600	H > 600
		A <sup>2)</sup>	A	A <sup>2)</sup>	A	A <sup>2)</sup>	A
UJI JENIS	Verifikasi dimensi	5	5	5	5	5	5
	Uji tegangan ketahanan impuls petir kering	3	1	3	1	3	1
	Uji tegangan ketahanan frekuensi daya basah	3	1	3	1	3	1
	Uji beban gagal mekanis	5	5	5	5	5	5
UJI SAMPEL	Verifikasi dimensi	E2	E2	E2	E2	E2	E2
	Uji siklus suhu	E1 & E2	E1&E2	E1&E	E1& E2		
	Uji beban gagal mekanis	E1	E1	E1	E1	E1	E1
	Uji kejut termal					E2	E2
	Uji keporian	E1	E1				
	Uji galvanis <sup>1)</sup>	E2	E2	E2	E2	E2	E2
UJI RUTIN	Inspeksi visual rutin	semua	semua	semua	semua	semua	semua
	Uji mekanis rutin		semua 28.1		semua 28.1		semua 28.1

<sup>1)</sup> H adalah tinggi total nominal dalam milimeter (lihat IEC 60720)  
<sup>2)</sup> Insulator tonggak saluran kelas B harus diserahkan untuk pengujian yang dapat diterapkan pada insulator pin kelas B (lihat seksi 1).

## 31 Susunan pemasangan untuk pengujian pada insulator tonggak saluran

### 31.1 Susunan pemasangan standar untuk uji listrik

Insulator harus dipasang pada posisi tegak lurus pada struktur logam horizontal dibumikan yang terbuat dari kanal U yang dibalik. Struktur logam ini harus memiliki lebar kira-kira sama dengan diameter alas insulator yang diuji dan harus memiliki panjang paling sedikit sama dengan dua kali tinggi insulator. Struktur harus ditempatkan paling sedikit 1 m di atas tanah.



Tidak boleh ada benda lain dekat insulator yang berjarak kurang dari 1 m atau 1,5 kali tinggi insulator, dipilih mana yang lebih besar.

Suatu konduktor berdiameter tidak kurang dari 13 mm dipasang pada sudut yang tepat terhadap travers penyangga dan memanjang pada kedua arahnya paling sedikit dua kali tinggi insulator tidak termasuk sirip atas, harus diikat sedekat mungkin secara horizontal dalam alur sisi insulator. Konduktor tersebut harus diikat dengan sarana kawat logam berdiameter kira-kira 2,5 mm yang dililitkan mengelilingi konduktor dengan panjang kira-kira dua kali diameter sirip atas dan memanjang pada jarak yang sama pada masing-masing sisi insulator. Konduktor tersebut harus cukup panjang sehingga tidak terjadi lewat denyar pada ujung-ujungnya. Untuk uji basah, konduktor harus ditempatkan sedemikian sehingga secara normal pada arah hujan dan pada sisi insulator yang paling dekat dengan perlengkapan penyemprot hujan tiruan.

Jika insulator dilengkapi dengan klem, konduktor harus ditempatkan pada klem.

Tegangan uji harus diterapkan antara konduktor dan bumi.

### **31.2 Susunan pemasangan untuk uji listrik yang menggambarkan kondisi pelayanan**

Jika disepakati pada saat pemesanan, uji listrik pada insulator tonggak saluran dapat dilakukan dalam kondisi yang semirip mungkin menggambarkan kondisi pelayanan. Tingkat kondisi pelayanan yang akan ditiru harus disepakati antara pembeli dan pabrikan, dengan memperhitungkan semua faktor yang dapat mempengaruhi hasil yang diperoleh.

**CATATAN** Pada kondisi nonstandar tersebut, karakteristiknya dapat berbeda dari nilai yang diukur dengan menggunakan metode pemasangan standar.

### **31.3 Susunan pemasangan untuk uji beban gagal mekanis**

Insulator tonggak saluran harus dipasang pada rangka magun yang kokoh yang mampu tahan tanpa terjadi perubahan bentuk yang cukup besar terhadap beban yang akan dikenakan selama pengujian. Batang atau baut pemasang berkekuatan sama harus digunakan dalam uji jenis dan uji sampel. Jika batang atau baut terpisah, kekuatan bagian ini dapat ditambah ketika melakukan uji beban gagal insulator tonggak saluran.

Beban mekanis harus dikenakan tegak lurus pada sumbu insulator dan sumbu konduktor. Untuk insulator tanpa fitting logam di puncaknya, beban harus diterapkan dengan sarana tali kawat yang melingkari alur sisi insulator. Tali kawat harus ditempatkan sedemikian sehingga stres terlokalisasi pada alur sisi insulator dapat dihindari. Untuk insulator yang dilengkapi dengan fitting logam di puncaknya, beban harus diterapkan pada fitting ini. Jika insulator dilengkapi dengan klem, beban mekanis harus diterapkan dengan cara terbaik untuk menggambarkan stres pelayanannya.

## **Seksi 8: Unit insulator renteng**

Pengujian berikut dapat diterapkan untuk unit insulator renteng. Pengujian tertentu hanya dapat diterapkan untuk kelas insulator atau bahan tertentu. Untuk menentukan pengujian yang dapat diterapkan untuk unit insulator renteng, mengacu pada Tabel acuan silang berikut (Tabel 3).

Angka pada baris pertama dalam masing-masing kotak menunjukkan jumlah insulator yang harus diserahkan untuk masing-masing pengujian; kode E1 dan E2 berkaitan dengan acuan yang diberikan untuk sampel dalam 8.2. Baris kedua dalam masing-masing kotak (ditulis



dalam huruf miring) menunjukkan Ayat dan/atau Subayat yang dapat diterapkan pada insulator dan pengujian yang bersangkutan.

Uji jenis yang dapat diterapkan, seperti ditunjukkan pada Tabel acuan silang hanya dilakukan sekali saja untuk insulator yang diajukan atau insulator dengan desain setara (lihat 6.1 dan Ayat 32 untuk lebih rinci).

Uji sampel yang dapat diterapkan dilakukan pada sampel E1 dan E2 seperti ditunjukkan dalam Tabel acuan silang. Ukuran sampel ini harus ditentukan sesuai dengan 8.2. Uji sampel harus dilaksanakan dalam urutan yang ditunjukkan petunjuk di bawah ini; namun dimungkinkan untuk melaksanakan pengujian yang hanya berlaku untuk sampel E1 (atau E2) sebelum berlaku pada sampel yang lain, setelah melaksanakan pengujian tersebut yang berlaku untuk kedua sampel.

Uji rutin yang dapat diterapkan harus dilakukan pada setiap insulator yang disuplai.

Susunan pemasangan spesifik untuk unit insulator renteng diberikan pada Ayat 34.

## **32 Petunjuk mengenai uji jenis pada insulator renteng**

### **32.1 Uji jenis listrik pada insulator renteng**

Uji jenis listrik yang dilakukan pada suatu rentengan standar pendek dimaksudkan untuk memberikan perbandingan kinerja pada suatu basis standar terhadap unit insulator renteng yang berbeda, dengan memperhitungkan efek adanya unit yang berdekatan. Kinerja yang ditentukan dan hasil uji yang diperoleh pada rentengan standar pendek harus dinyatakan dalam kV /m.

**CATATAN** Kinerja yang ditentukan dan hasil uji yang diperoleh pada rentengan standar pendek tidak perlu diperluas pada suatu basis linear untuk rentengan yang lebih panjang. Namun, jika uji tegangan ketahanan dilakukan pada dua rentengan pendek yang panjangnya berbeda (misalnya: 1 m dan 2 m), kemudian hasilnya dapat diinterpolasi secara linear untuk melengkapi informasi kinerja rentengan yang panjangnya terletak di antara dua panjang yang diuji.

Dengan mengacu pada 6.1, suatu unit insulator yang secara listrik setara adalah suatu jenis yang dibuat pada pabrik yang sama, dengan bahan yang sama, dan dengan poses yang sama, dan sebagai tambahan, karakteristik berikut ini:

- untuk Insulator batang panjang:
  - diameter inti nominal sama atau lebih kecil
  - spasi sirip nominal sama, dengan toleransi  $\pm 5\%$
  - proyeksi sirip sama, dengan toleransi  $\pm 5\%$
  - profil sirip sama.
- Untuk insulator kap dan pin:
  - komponen insulasi sama
  - spasi nominal sama, dengan toleransi  $\pm 5\%$

### **32.2 Uji jenis mekanis**

Dengan mengacu pada 6.1, suatu unit insulator yang secara mekanis setara adalah suatu jenis yang dibuat pada pabrik yang sama, dengan bahan yang sama, dengan proses yang sama, dan memiliki kelas kekuatan yang sama, ukuran kopling sama dan desain yang sama pada hubungan antara komponen insulasi dan bagian logam. Sebagai tambahan, mempunyai karakteristik sebagai berikut:



- untuk insulator batang panjang:
  - diameter inti nominal sama
  - spasi sirip nominal sama atau lebih besar
  - proyeksi sirip nominal sama atau lebih kecil
  - jarak rambat nominal sama atau lebih kecil
  - jarak busur listrik nominal sama atau lebih kecil.
- untuk insulator kap dan pin:
  - diameter nominal sama atau lebih keil
  - jarak rambat nominal sama atau lebih kecil.

### 33 Koefisien untuk analisis statistik hasil uji pada insulator renteng

#### 33.1 Koefisien untuk uji jenis

Koefisien  $C_o$  berikut harus digunakan untuk analisis hasil uji jenis dari uji beban gagal mekanis, uji beban gagal elektromekanis dan uji kinerja termal mekanis pada insulator renteng:

Ukuran sampel = 5  
 $C_o$  = 1,2

Ukuran sampel = 10  
 $C_o$  = 0,72

#### 33.2 Koefisien uji sampel

Koefisien berikut harus digunakan untuk analisis hasil uji sampel dari uji beban gagal mekanis, beban gagal elektromekanis dan uji kinerja termal-mekanis pada insulator renteng.

Koefisien	Ukuran sampel (E1)		
	4	8	12
$C_1$	1	1,42	1,7
$C_2$	0,8	1,2	1,5
$C_3$	1	1,42	1,7



**Tabel 3 Tabel acuan silang untuk unit insulator renteng**

Jenis insulator Subjenis		Unit insulator renteng			
		Kap dan pin		Batang panjang	
		Bahan keramik	Gelas diperkeras	Bahan Keramik	
		B	B	A	B
UJI JENIS	Verifikasi dimensi	10	10	10	10
		← 17 →			
	Uji tegangan ketahanan impuls Petir kering	1SS <sup>1)</sup>	1SS <sup>1)</sup>	atauSS <sup>2)</sup>	atauSS <sup>2)</sup>
		← 13, 34, 35 →			
	Uji tegangan ketahanan frekuensi daya basah	1SS <sup>1)</sup>	1SS <sup>1)</sup>	atauSS <sup>2)</sup>	atauSS <sup>2)</sup>
		← 13,34,35 →			
UJI JENIS	Uji beban gagal elektromekanis	10 <18,33,1>			5 <18,33,1>
	Uji beban gagal mekanis		10 <19,2, 19,4 33,1>	5	
	Uji kinerja termal mekanis	10	10	5	5
		← 20, 33,1 →			
UJI SAMPEL	Verifikasi dimensi <sup>3)</sup>	E1&E2	E1&E2	E1&E2	E1&E2
		← 17 →			
	Verifikasi simpangan	E1&E2	E1&E2	E1&E2	E1&E2
		← 21 →			
	Verifikasi sistem pengunci <sup>4)</sup>	E2	E2	E2	E2
		← 22 →			
	Uji siklus suhu	E1&E2		E1&E2	E1&E2
		← 23,1 →		← 23,1 →	
	Uji beban gagal elektromekanis	E1 <18,33,2>			E1 <18,33,2>
	Uji beban gagal mekanis		E1 <19,2 19,4 33,2>	E1	
UJI RUTIN	Uji kejut termal		E2 ← 24 →		
	Uji ketahanan dadal	E2 ← 15 →	E2		E2 ← 15 →
	Uji keporian	E1 ← 25 →		E1 ← 25 →	E1
	Uji galvanis <sup>1)</sup>	E2	E2	E2	E2
		← 26 →			
	Inspeksi visual rutin	semua	Semua	semua	semua
		← 27 →			
UJI RUTIN	Uji mekanis rutin	semua	semua	semua	semua
		← 28 →			
UJI RUTIN	Uji listrik rutin	semua			semua
		← 16 →			← 16 →

<sup>1)</sup> 1SS = Pengujian dilaksanakan pada satu rentengan pendek.  
<sup>2)</sup> 1 atau SS = Pengujian dilaksanakan baik pada satu insulator maupun satu rentengan pendek.  
<sup>3)</sup> E1 dan E2 untuk pengukuran kopling, dimensi lain hanya E2. Lihat Ayat 17.  
<sup>4)</sup> Jika dapat diterapkan



### 34 Susunan pemasangan untuk uji listrik pada unit insulator renteng

Susunan pemasangan seperti dirinci dapat diterapkan pada uji listrik pada:

- rentengan standar pendek yang terdiri dari unit kap dan pin atau unit batang panjang;
  - unit insulator renteng batang panjang yang lebih panjang dari 1 m atau unit batang panjang yang dimaksudkan untuk digunakan sebagai suatu rentengan.

Unit insulator renteng atau rentengan insulator harus digantung vertikal dengan sarana tali kawat yang dibumikan atau konduktor lain yang sesuai terhadap struktur penyangga. Jarak antara titik paling atas dari bagian logam insulator dan struktur penyangga tidak boleh kurang dari 1 m. Tidak boleh ada benda lain dekat dengan insulator dengan jarak kurang dari 1,5 kali panjang rentengan insulator.

Suatu panjang konduktor berbentuk batang atau tabung logam yang lurus dan rata harus dipasang pada fitting terpadu bagian bawah dari unit insulator renteng atau rentengan insulator sedemikian sehingga terletak pada suatu bidang horizontal. Jarak dari sirip terendah bagian porselen atau gelas terhadap permukaan atas konduktor harus sependek mungkin tetapi lebih besar dari 0,5 kali diameter insulator yang paling bawah.

Diameter konduktor harus 25 mm.

Panjang konduktor harus 3 m.

Tindakan pencegahan harus diambil untuk menghindari terjadinya lewat denyar dari ujung-ujung konduktor.

Tegangan uji harus diterapkan antara konduktor dan bumi.

### Seksi 9: Insulator untuk saluran udara traksi listrik

Seperti yang dinyatakan pada pendahuluan, tidak ada tabel acuan silang untuk insulator saluran udara traksi listrik, sebab insulator ini biasanya adalah salah satu dari tiga jenis lain yang telah ditunjukkan. Pengujian yang dapat diterapkan untuk jenis insulator bersangkutan ini harus dilakukan bersama-sama dengan uji tekuk/tarik gabungan, jika dapat diterapkan.

Susunan pemasangan spesifik untuk insulator saluran udara traksi listrik diberikan di bawah ini. Selain itu persyaratan untuk jenis insulator pada Seksi 6, 7 atau 8 harus diberlakukan.

Sebagai tambahan pada pengujian yang secara normal disyaratkan, uji tekuk dan uji tarik mungkin diperlukan untuk insulator yang terkena gaya tersebut dalam pelayanan. Kinerja pengujian ini harus berdasarkan kesepakatan antara pembeli dan pabrikan pada saat pemesanan. Dengan cara yang sama, prosedur uji, susunan pemasangan dan kriteria penerimaan juga harus disetujui antara pabrikan dan pembeli.



## **35 Susunan pemasangan untuk uji listrik pada insulator saluran udara traksi listrik**

### **35.1 Susunan pemasangan standar**

#### **– Insulator vertikal:**

Insulator harus digantung vertikal pada suatu penyangga yang dibumikan dengan sarana tali kawat atau batang logam. Jarak antara bagian atas kap insulator dan titik penyangga harus tidak kurang dari 1 m. Pada ujung bawah insulator suatu batang logam sepanjang 1 m harus dipasang pada insulator dan dipertahankan dalam posisi vertikal.

Tidak boleh ada benda lain dekat sumbu insulator dengan jarak kurang dari 1 m atau 1,5 kali panjang insulator, dipilih mana yang lebih besar.

Tegangan uji harus diterapkan antara batang logam pada alas insulator dan titik penggantung yang dibumikan.

#### **– Insulator horizontal:**

Insulator harus disangkutkan dengan menggunakan kabel atau batang logam yang dihubungkan ke bumi. Jarak antara ujung luar fitting insulator dan titik sangkutan harus tidak kurang dari 1 m. Ujung lain insulator harus dilengkapi dengan batang logam yang panjangnya kira-kira 1 m dan seluruh susunannya dipertahankan dalam posisi yang mendekati horizontal dengan sebarang sarana yang memuaskan.

Tidak boleh ada benda lain dekat sumbu insulator atau ujung batang logam yang berjarak kurang dari 1 m atau 1,5 kali panjang insulator, dipilih mana yang lebih besar.

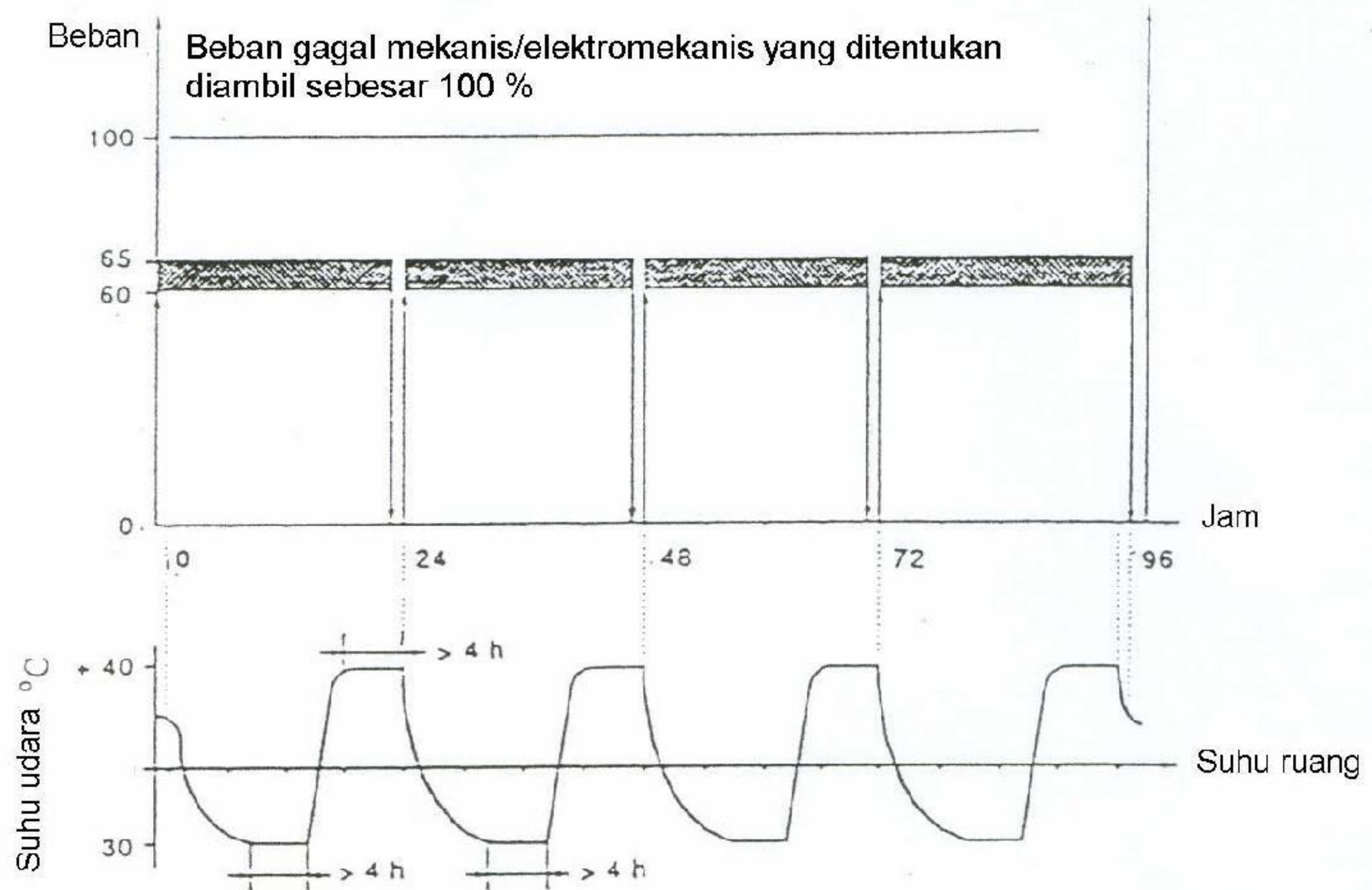
Tegangan uji harus diterapkan antara ujung batang logam dan titik sangkutan yang dibumikan.

### **35.2 Susunan pemasangan yang menggambarkan kondisi pelayanan**

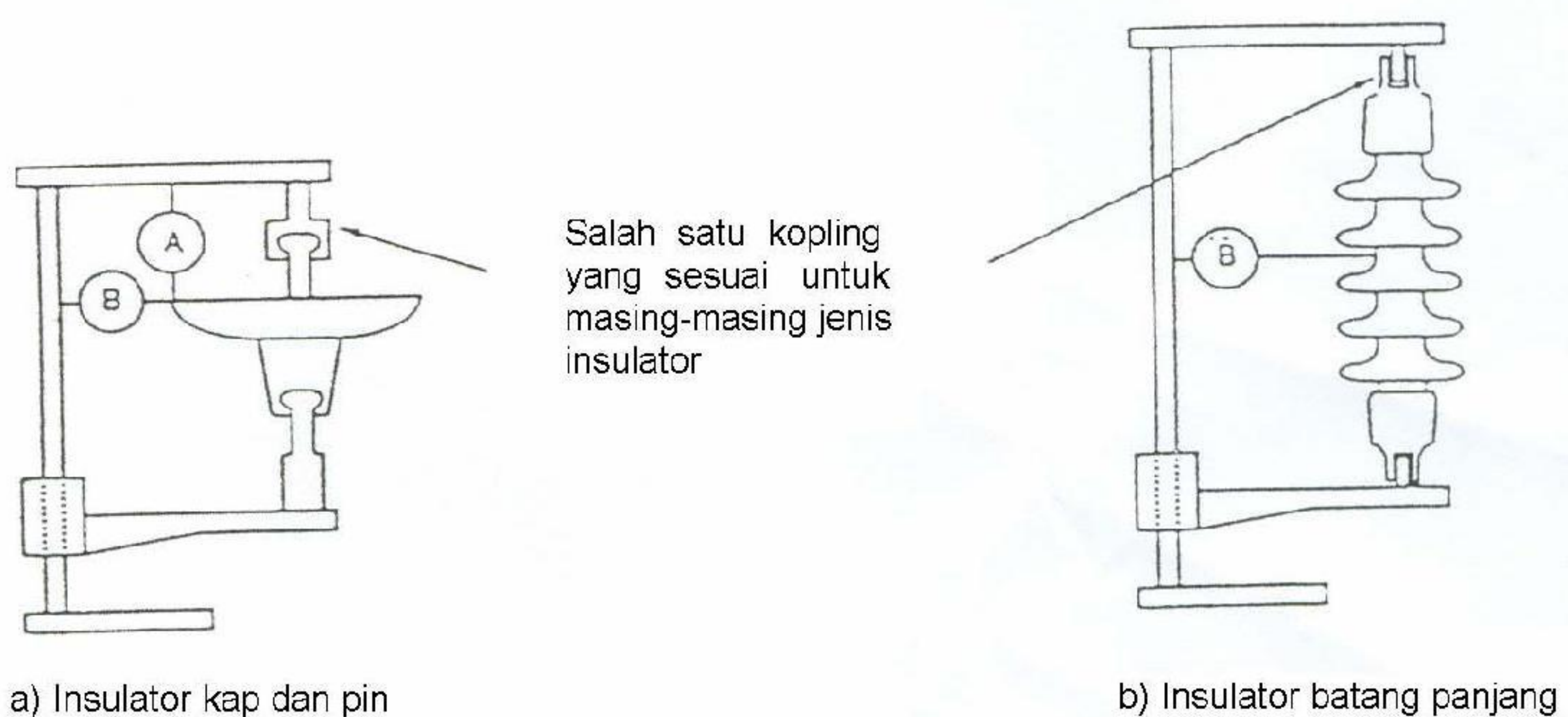
Apabila disetujui pada saat pemesanan, pengujian pada insulator saluran udara traksi listrik dapat dilakukan pada kondisi yang sedekat mungkin menggambarkan kondisi pelayanan. Tingkat kondisi pelayanan yang akan ditiru harus disekati antara pembeli dan pabrikan, dengan memperhitungkan semua faktor yang dapat mempengaruhi kinerja insulator.

**CATATAN** Pada kondisi nonstandar ini, karakteristiknya dapat berbeda dari nilai yang diukur dengan menggunakan metode pemasangan standar.



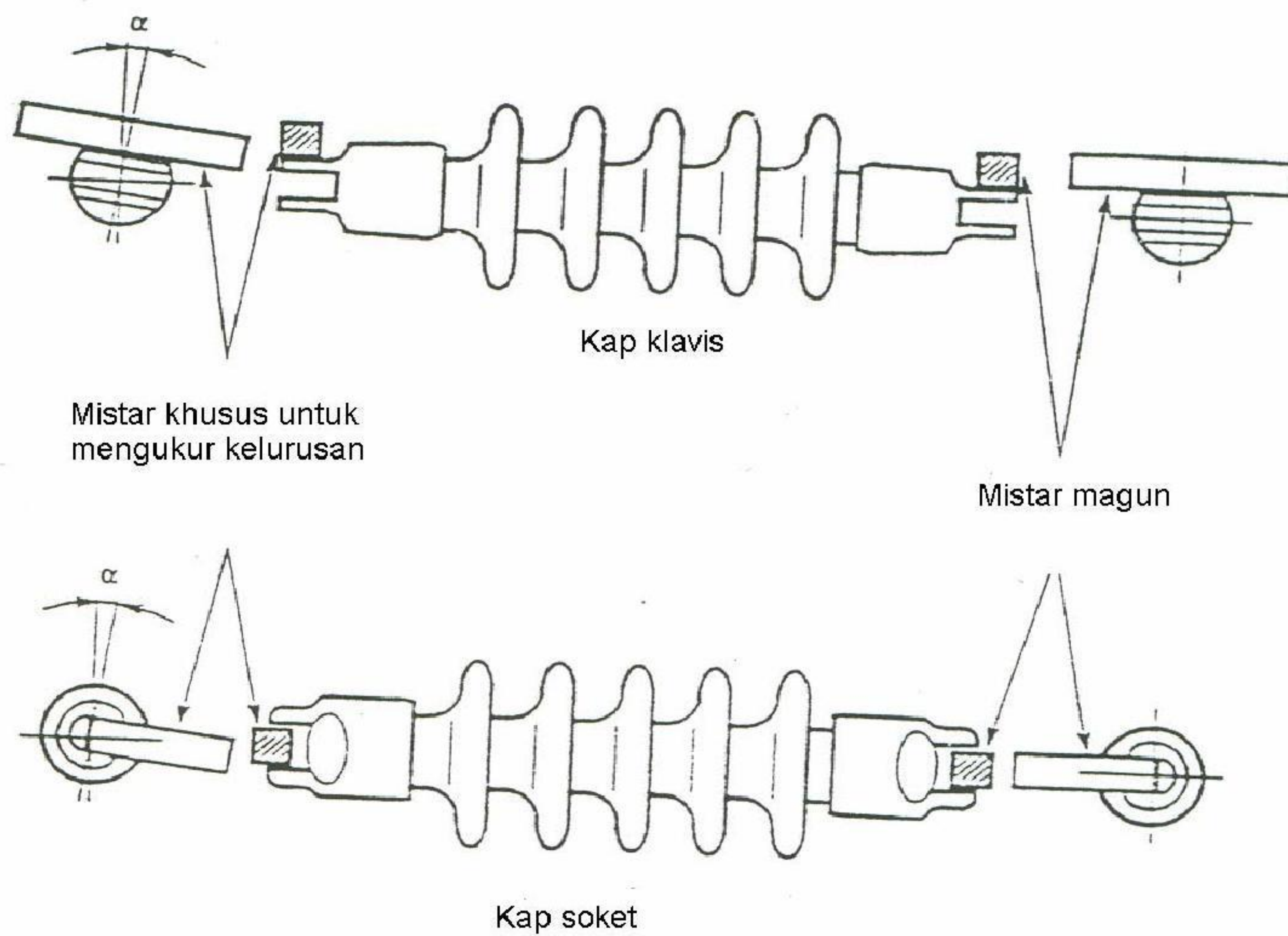


**Gambar 1 Representasi skematik dari uji kinerja termal mekanis**

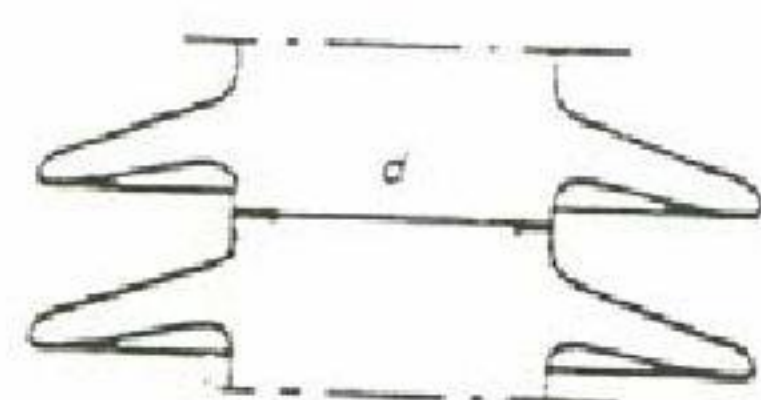


**Gambar 2 Pengukuran simpangan aksial dari radial**



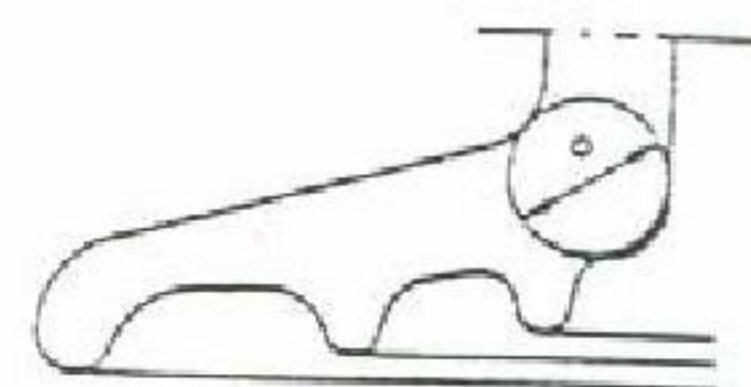


**Gambar 3 Mengukur simpangan sudut**



d = diameter inti

a) insulator batang panjang



o = tebal terbesar insulator

b) insulator kap dan pin

**Gambar 4 Tebal terbesar insulator**



## Lampiran A (informatif)

### Metode perbandingan hasil uji elektromekanis atau mekanis dari uji jenis dan uji sampel

Untuk memverifikasi bahwa insulator yang diuji dalam uji jenis merupakan wakil dari yang diuji dalam uji sampel, nilai rata-rata (uji siswa) dan deviasi standar (uji  $\chi^2$ ) harus dibandingkan:

$\overline{X}_1$  = Beban gagal rata-rata dari uji sampel

$\overline{X}_2$  = Beban gagal rata-rata dari uji ulang

$\sigma_1$  = Deviasi standar dari uji sampel

$\sigma_2$  = Deviasi standar dari uji ulang

$\overline{X}_T$  = Beban gagal rata-rata dari uji jenis

$\sigma_T$  = Deviasi standar dari uji jenis

**CATATAN** Ketika menghitung deviasi standar  $\sigma$ , perlu diperhatikan fakta bahwa hal itu adalah deviasi standar sampel dengan penyebutnya  $n-1$ .

Jika batas yang diberikan di bawah terpenuhi, insulator mempunyai probabilitas tinggi (95%) kepunyaan jenis yang sama. Batas berdasarkan pada ukuran sampel sebanyak 5 atau 10 untuk uji jenis. Kegagalan untuk memenuhi batas ini tidak boleh mengarah pada penolakan dari lot.

– Untuk kasus tanpa uji ulang:

$$|\overline{X}_T - \overline{X}_1| \leq a \sqrt{(\sigma_T^2 + b \sigma_1^2)} \text{ dan } \frac{\sigma_1}{\sigma_T} < c$$

Konstanta	Uji jenis pada 5 unit Ukuran sampel $E_1$			Uji jenis pada 10 unit Ukuran sampel $E_1$		
	4	8	12	4	8	12
$a$	1,20	0,76	0,59	1,12	0,75	0,60
$b$	0,75	1,75	2,75	0,33	0,78	1,22
$c$	2,57	2,47	2,44	1,96	1,81	1,76



- Untuk kasus dengan uji ulang:

$$|\overline{X}_T - \overline{X}_2| \leq a \sqrt{(\sigma_1^2 + b \sigma_2^2)} \text{ dan } \frac{\sigma_2}{\sigma_T} < c$$

Konstanta	Uji jenis pada 5 unit Ukuran sampel 2 x E <sub>1</sub>			Uji jenis pada 10 unit Ukuran sampel 2 x E <sub>1</sub>		
	8	16	24	8	16	24
<i>a</i>	0,76	0,49	0,39	0,75	0,51	0,41
<i>b</i>	1,75	3,75	5,75	0,78	1,67	2,56
<i>c</i>	2,47	2,42	2,40	1,81	1,74	1,71

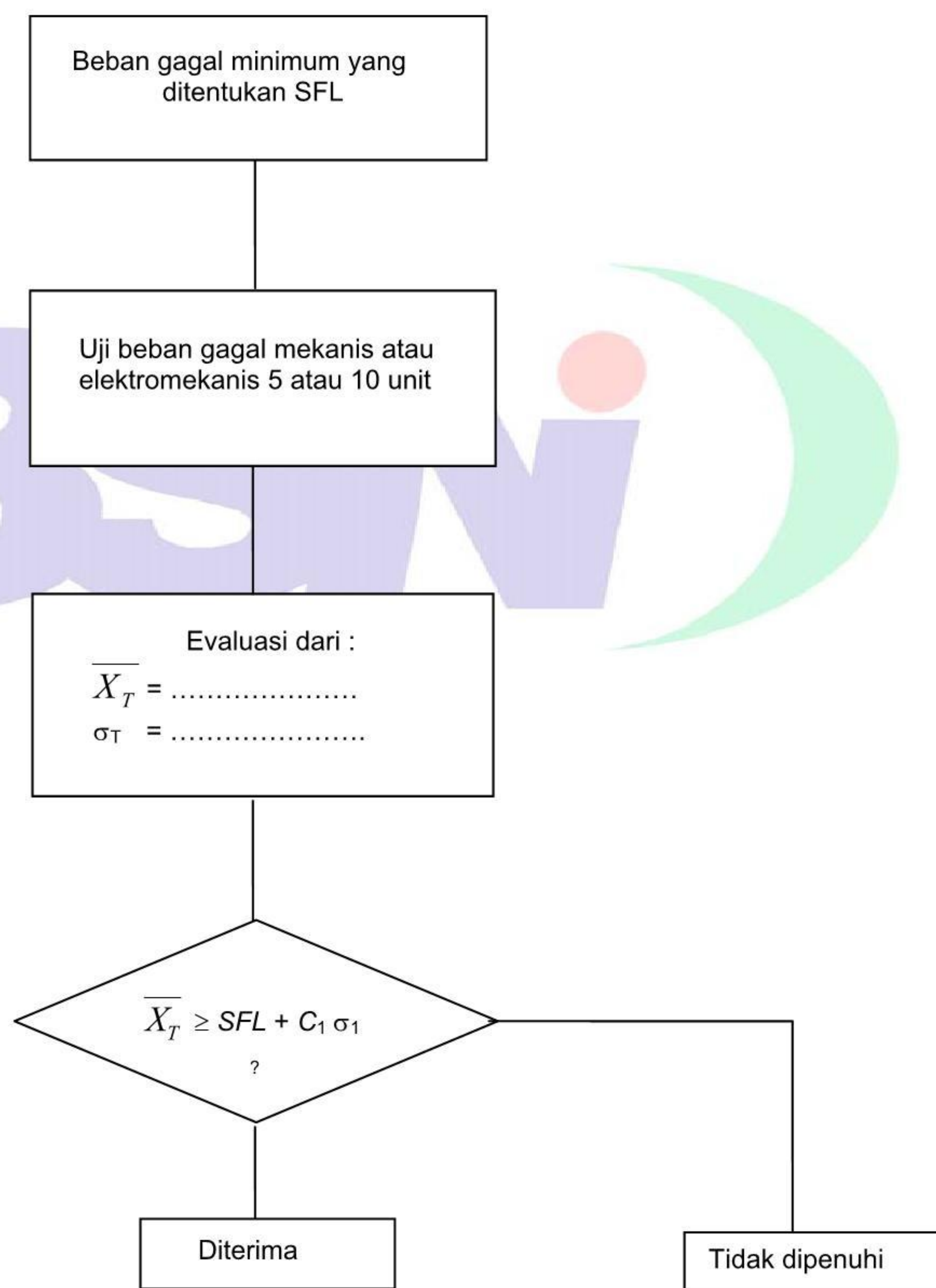


## Lampiran B (informatif)

### Ilustrasi prosedur penerimaan uji mekanis dan uji elektromekanis untuk unit insulator renteng dan insulator tonggak saluran

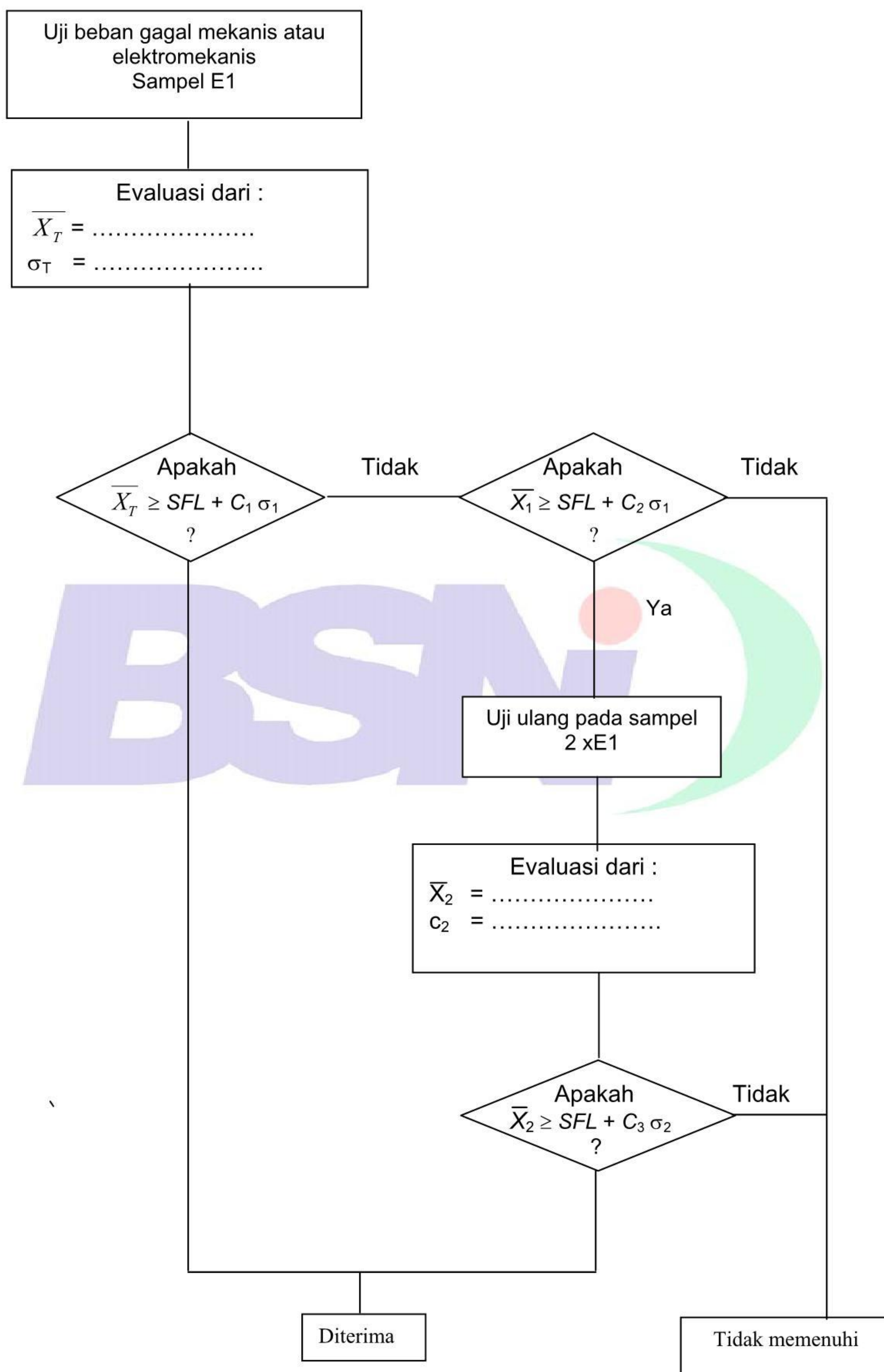
#### B.1 Diagram alir

Diagram alir menggambarkan prosedur penerimaan untuk jenis (Gambar B.1) dan uji sampel (Gambar B.2) ketika evaluasi statistiknya dilakukan berdasarkan variabel. Gambar B.3 memperlihatkan diagram alir untuk perbandingan hasil uji jenis dan uji sampel.



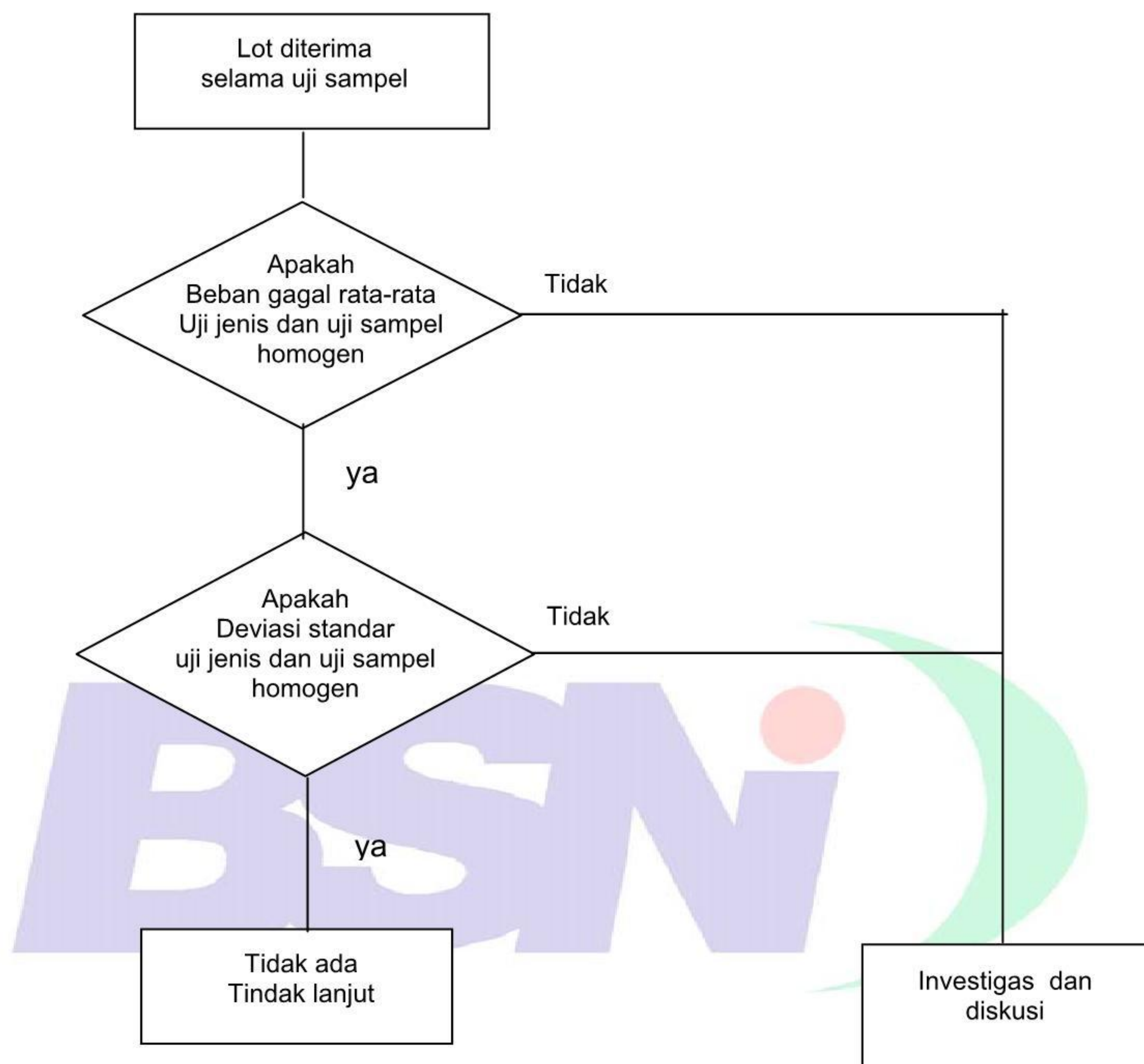
Gambar B.1 Diagram alir penerimaan untuk uji jenis mekanis atau elektromekanis





Gambar B.2 Diagram alir penerimaan untuk uji sampel mekanis atau elektromekanis





**Gambar B.3** Diagram alir perbandingan hasil uji jenis dan uji sampel



## B.2 Contoh perhitungan penerimaan dan penolakan

Evaluasi statistik hasil uji dengan "variabel" memerlukan suatu pemikiran ulang tertentu dari ide yang berkaitan dengan pengujian konvensional dengan atribut. Untuk membantu pemahaman, empat ilustrasi diberikan dalam Tabel B.1 yang memperlihatkan perhitungan nilai rata-rata dan deviasi standar dari berbagai hasil uji.

Contoh 1 Menunjukkan bahwa suatu lot dapat diterima walaupun nilai minimum lebih rendah dari beban gagal yang ditentukan.

Pada contoh 2 nilai minimum lebih tinggi dalam semua hal, penerimaan hanya dicapai setelah uji ulang.

Contoh 3 Adalah serupa, namun lot ditolak tanpa kemungkinan uji ulang.

Contoh 4 Menggambarkan penerimaan, tetapi hasil uji jenis dan uji sampel tidak homogen. Penelitian mungkin diperlukan.

Tabel B.2 Adalah tabel kosong yang dapat digunakan untuk evaluasi hasil uji sebenarnya.

CATATAN Ketika menghitung deviasi standar  $\sigma$ , perlu diperhatikan fakta bahwa standar deviasi untuk sampel adalah memiliki penyebut  $n - 1$ .





**Tabel B.1 Contoh untuk uji sampel mekanis dan elektromekanis**

Beban gagal yang ditentukan

$SFL = 180 \text{ kN}$

Nilai rata-rata uji jenis

$\overline{X}_T = 249 \text{ kN}$

Deviasi standar uji jenis

$\sigma_T = 30,23 \text{ kN}$

Contoh No	Ukuran sampel		Nilai uji kN	Evaluasi kN	Hasil	Perbandingan uji jenis dan uji sampel (Lampiran A)
	E1	E <sub>1</sub> x 2				
1	4	-	222,0 174,5 249,3 223,2	$\overline{X}_1 = 217,25$ $\sigma_1 = 31,6$ $SFL + C_1\sigma_1 = 211,16$ $\overline{X}_1 > SFL + C_1\sigma_1$	Diterima	$\overline{X}_T = \overline{X}_1$ $\sigma_T = \sigma_1$
2	12	-	253,7 181,0 331,6 229,9 257,2 237,9 289,9 296,9 229,9 240,7 191,9 217,3	$\overline{X}_1 = 246,47$ $\sigma_1 = 43,26$ $SFL + C_1\sigma_1 = 253,54$ $\overline{X}_1 < SFL + C_1\sigma_1$ $SFL + C_2\sigma_1 = 244,89$ $\overline{X}_1 > SFL + C_2\sigma_1$	Tidak memenuhi	$\overline{X}_T = \overline{X}_2$ $\sigma_T = \sigma_2$
	-	24	233,6 281,6 248,2 237,6 221,0 225,0 229,7 283,6 263,4 291,3 243,8 301,2 249,3 236,1 261,6 292,5 234,1 244,6 208,5 280,4 235,2 200,8 285,5 194,8	$\overline{X}_2 = 249,31$ $\sigma_2 = 30,2$ $SFL + C_3\sigma_2 = 231,34$ $\overline{X}_2 > SFL + C_3\sigma_2$	Uji ulang Diterima	
3	12	-	274,3 197,3 332,1 199,8 231,3 224,1 248,5 291,1 221,4 237,4 236,8 191,1	$\overline{X}_1 = 240,53$ $\sigma_1 = 30,2$ $SFL + C_1\sigma_1 = 250,55$ $\overline{X}_1 < SFL + C_1\sigma_1$ $SFL + C_2\sigma_1 = 242,25$ $\overline{X}_1 < SFL + C_2\sigma_1$	Tidak memenuhi Tidak diuji ulang Tidak memenuhi	
4	4	-	317,8 283,2 287,1 275,8	$\overline{X}_1 = 290,98$ $\sigma_1 = 18,49$ $SFL + C_1\sigma_1 = 198,49$ $\overline{X}_1 > SFL + C_1\sigma_1$	Diterima	$\overline{X}_T = \overline{X}_1$ $\sigma_T = \sigma_1$



**Tabel B.2 Formulir untuk perhitungan uji sampel mekanis atau elektromekanis**

Beban gagal yang ditentukan  $SFL =$   
 Nilai rata-rata uji jenis  $\overline{X}_T =$   
 Deviasi standar uji jenis  $\sigma_T =$

Contoh No	Ukuran sampel		Nilai uji kN	Evaluasi kN	Hasil	Perbandingan uji jenis dan uji contoh (Lampiran A)
	E <sub>1</sub>	E <sub>1</sub> x 2				
Uji pertama	....	-	.... .... ....	$\overline{X}_1 = \dots$ $\sigma_1 = \dots$ $SFL + C_1\sigma_1$ $\overline{X}_1 \dots SFL + C_1 \sigma_1$  $SFL + C_2\sigma_1 = \dots$ $\overline{X}_1 < SFL + C_2\sigma_1$		
Uji ulang	-	....	.... .... .... ....	$\overline{X}_2 = \dots$ $\sigma_2 = \dots$ $SFL + C_3\sigma_2 = \dots$ $\overline{X}_2 \dots SFL + C_3\sigma_2$		



**Lampiran C**  
(informatif)  
**Daftar dokumen normatif yang diberikan untuk informasi**

SNI 04-3852-1995, Aturan pengambilan contoh dan kriteria penerimaan jika metode kendali statistik diterapkan untuk uji mekanik pada isolator keramik atau gelas untuk saluran udara bertegangan nominal lebih dari 1000 V

SNI 04-3856-1995, Uji cemar buatan untuk isolator tegangan tinggi yang dipakai pada sistem tegangan a.b.b.

SNI 04-3868-2001, Uji interferensi radio pada insulator tegangan tinggi

SNI 04-6914-2002, Pengujian insulator tonggak pasangan dalam dan pasangan luar berbahan keramik atau gelas untuk sistem dengan tegangan nominal lebih besar dari 1000 V

SNI 04-6541-2001, Pengujian dan dimensi untuk isolator arus searah tegangan tinggi

SNI 19-9000-2001, Sistem manajemen mutu – Dasar-dasar dan kosakata

SNI 19-9001-2001, Sistem manajemen mutu – Persyaratan

SNI 19-9004-2002, Sistem manajemen mutu – Pedoman untuk peningkatan kinerja

IEC 60383-2:1993, *Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V – Part 2: Insulator strings and insulator sets for a.c. systems – Definitions, test methods and acceptance criteria*

IEC 60672-1:1980, *Specification for ceramic and glass insulating materials – Part 1: Definitions and classification*

IEC 60672-3:1984, *Specification for ceramic and glass insulating materials – Part 3: Individual materials*

IEC 60797:1984, *Residual strength of string insulator units of glass or ceramic material for overhead lines after mechanical damage of the dielectric*

IEC 60815:1986, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions*

ISO 2859: 1974, *Sampling procedures and tables for inspection by attributes*

ISO 2859-1: 1989, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling plans indexed by acceptable quality level (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 2859-2:1985, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 2: Sampling plans indexed by limiting quality (LQ) for isolated lot inspection*

ISO 3951:1989, *Sampling procedures and charts for inspection by variables for percent nonconforming*



ISO 9000:1987, *Quality management and quality assurance standar - Guidelines for selection and use*

ISO 9001:1987, *Quality system – Model for quality assurance in design/development, production, installation and servicing*

ISO 9002:1987, *Quality systems – 1 Model for quality assurance in production and installation*

ISO 9003:1987, *Quality systems – Model for quality assurance in final inspection and test*

ISO 9004:1987, *Quality management and quality system elements - Guidelines*



















**BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN**  
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4  
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270  
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : [bsn@bsn.or.id](mailto:bsn@bsn.or.id)